Robot Comparatori lampeggiatore display Touch con PIC millivolt metro RF PHYTON Arduino REGISTRI radiocomando luci Filtri attivi operazionali VeriLog WebRadio programmazione

fare elettronica
www.farelettronica.com
311 MAGGIO Mensile Anno XXVII € 6,00

WEB Radio

ASCOLTARE LA RADIO VIA INTERNET

GESTIRE UN TOUCH SCREEN CON UN PIC

IL LINGUAGGIO SYSTEMVERILOG

LAMPEGGIATORE DI EMERGENZA

ESPERIMENTI CON I COMPARATORI

CORSO DI PROGRAMMAZIONE IN PHYTON

ISSN 1591-2272
10311
9 771591 227008

Digi-Key CORPORATION
DIGIKEY.IT CLICCATE. TROVATE. COMPRATE.

Hai un quesito di elettronica?
Vuoi comunicare con altri appassionati?
Vuoi condividere le tue esperienze?
Tutto questo su IEforum!
www.ieforum.it
CODICE MIP 2806683

LA RICERCA DEL VOSTRO PRODOTTO È DIVENTATA PIÙ FACILE.

NUOVO MOTORE DI RICERCA: ORDINA PER PREZZO I RISULTATI!

SPEDIZIONE GRATUITA
PER ORDINI DI OLTRE € 65!*

Digi-Key® CORPORATION

Con questa nuova funzione, i clienti possono ordinare per prezzo in ordine crescente o decrescente oltre ad applicare dei filtri per il prodotto in magazzino, il prodotto senza piombo, ed il prodotto compatibile RoHS.

La scelta più ampia di prodotti nel settore, disponibili per la spedizione immediata.

www.digikey.it
800.786.310

*A tutti gli ordini di importo inferiore a € 65,00 sarà aggiunto un addebito per la spedizione di importo pari a € 18,00. Tutti gli ordini vengono spediti tramite UPS, consegna entro 1-3 giorni (secondo la destinazione finale). Nessun addebito per i costi di imballaggio. Tutti i prezzi sono in euro e comprensivi di imposte. Se peso eccessivo o circostanze eccezionali dovessero comportare un addebito diverso, i clienti verranno contattati prima della spedizione dell'ordine. Digi-Key è un distributore autorizzato di tutti questi fornitori. Ogni giorno vengono aggiunti nuovi prodotti. © 2011 Digi-Key Corporation, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

CODICE MIP 2800826

CONNETTITI

sommario

311 *maggio 2011*

Zoom in

20 I COMPARATORI APPLICAZIONI ED ESPERIMENTI

Un comparatore è un circuito in grado di confrontare tra loro due livelli di tensione in ingresso e fornire un livello alto o basso in uscita, in dipendenza del risultato del confronto stesso. In questo articolo mostreremo le configurazioni più comuni di comparatori ad operazionali e ne comprenderemo tecnicamente applicazioni e limiti. Mostreremo, quindi, come sia possibile condurre semplici esperimenti didattici tesi a evidenziarne il funzionamento e le differenze di comportamento rispetto ai modelli teorici.

di Antonio Giannico

Progettare & costruire

38 MILLIVOLTMETRO RF

Pochi componenti e di semplice reperibilità sono il cuore di questo piccolo ma utilissimo strumento di misura.

di Iginio Commisso

44 SHIELD PER ARDUINO

Chi non ha mai sognato di possedere un computer parlante? Con il modulo audio presentato, questo è possibile! Potrete dare indicazioni vocali sul movimento, dare istruzioni all'utente per l'utilizzo di una apparecchiatura, generare suoni d'effetto differenziati per la segnalazione di situazioni/eventi, creare una guida acustica per non vedenti, creare ancora gadgets, giochi, intrattanimento con effetti sonori. Il tutto comandato da Arduino. In questa seconda parte vedremo come realizzare lo Shield per Arduino e vedremo un esempio di programma.

di Adriano Gandolfo

52 WOW C-EXPERIENCES GESTIONE DEL TOUCH SCREEN

L'utilizzo di un display grafico in abbinamento ad un pannello touch screen permette di sviluppare interfacce operatore diverse dal solito. In queste pagine verrà illustrato come implementare e gestire il pannello touch in abbinamento al display LCD grafico sulla demo board che è stata sviluppata e presentata nel numero 308 di Fare Elettronica (Febbraio 2011).

di Paolo Rognoni

Progetto tesina

56 LAMPEGGIATORE STRADALE

Questo mese, come progetto per l'esame di maturità, presentiamo un lampeggiatore di emergenza autoalimentato.

di Antonio Cecere

Rispondi e... VINCI! *pag.* 61

DIVERTITI E METTI ALLA PROVA LE TUE CONOSCENZE CON **ELETTRO QUIZ** E VINCI OGNI MESE ESCLUSIVI PREMI!

L'angolo di Mr A.Keer

62 I REGISTRI A 8 BIT

Completiamo in questa puntata la rassegna degli elementi di memoria di tipo D-Type descrivendo i Registri a 8 bit, indispensabili nel progetto digitale e proponendone, in dettaglio, i componenti commerciali, tutti della serie TTL.

di Giorgio Ober

Imparare & approfondire

70 FILTRI ATTIVI CON AMPLIFICATORI OPERAZIONALI (PARTE SECONDA)

Continuiamo la nostra trattazione esaurendo l'argomento dei filtri di primo ordine ed affrontando i filtri attivi di ordine superiore al primo.

di Grazia Ancona

80 CORSO SYSTEMVERILOG (PARTE PRIMA)

INTRODUZIONE AL LINGUAGGIO

Una introduzione al linguaggio SystemVerilog per la verifica funzionale di sistemi digitali complessi

di Mariano Severi

84 CORSO DI PHYTON (PARTE PRIMA)

PYTHON, UN LINGUAGGIO ORIENTATO AGLI OGGETTI

Inizia con questo numero un corso di programmazione in linguaggio Phyton che vi accompagnerà nell'apprendimento delle basi del linguaggio fino all'utilizzo per il controllo di sistemi elettronici

di Massimiliano Miocchi

Radio & Radio

90 COMANDO RADIO PER LUCI

Sovente capita di cambiare la disposizione dei mobili di una stanza e trovarsi in difficoltà con la disposizione delle luci e relativi punti di accensione. Il presente circuito può risolvere alcuni di questi problemi.

di Silvano Breggion

96 WEBRADIO

LA RADIO VIA INTERNET

L'evoluzione tecnologica spinge verso soluzioni sempre più integrate consentendo di realizzare pressoché qualsiasi tipo applicazione inclusa la possibilità di ascoltare musica su piattaforme sempre più ridotte e flessibili.

di Francesco Pentella

Robot Zone

104 ROBOT GOLEM (PARTE TERZA)

IL PIANO "TESTA"

Costruiamo la testa del Robot: un sistema a sette gradi di libertà dotato di cervello elettronico.

di Mattias Costantini

rubriche

7	Editoriale
10	Idee di progetto
14	News
19	Eventi
61	Elettroquiz
108	IESHOP

Gli articoli contrassegnati col simbolo WWW sono già disponibili in formato PDF* all'indirizzo www.farelettronica.com/club

Puoi iscriverti al CLUB di Fare Elettronica versando una piccola quota annuale.

elenco inserzionisti

Digi-Key Corporation pag. 1-3
701 Brooks Ave South
56701 Thief River Falls, MN
Tel. 800*338*4105 x1454 - www.digikey.it

EIOM pag. 95
Viale Premuda, 2 - 20129 Milano (MI)
Tel. 02 55181842 - www.exposave.com

Elettroshop pag. 89
Via Giotto, 7 - 20032 Cormano (MI)
Tel. 02 66504755 - www.elettroshop.com

Farnell Italia pag. 55-65
Corso Europa, 20/22 - 20020 Lainate (MI)
Tel. 02 93995 - www.farnell.com

Futura Elettronica pag. 9
Via Adige 11 - 21013 Gallarate (VA)
Tel. 0331-799775 - www.futuranet.it

Messe Frankfurt Italia pag. IVcop
via Quintino Sella 5 - 20121 Milano (MI)
Tel. 02 8807781 - www.sps-italia.net

MikroElektronika pag. 6
Visegradska, 1A - 11000 Belgrade
Tel. +381 11 3628830 - www.mikroe.com

Millennium Dataware pag. 15
Corso Repubblica 48 - 15057 Tortona (AL)
Tel. 0131-860254 - www.mdsrl.it

PCB-Pool pag. 19
Bay 98-99 - Shannon Free Zone - Shannon - County Clare
Tel. 02 64672645 - www.pcb-pool.com

R.C.C. pag. 13
Via G. Di Vittorio 19
20097 San Donato Milanese (MI)
Tel. 02-51876194 - www.rccitaly.com

Tecnoimprese pag. 99
Via Console Flaminio, 19 - 20134 (MI)
Tel. 02 210.111.1 - www.fortronic.it

Teltools pag. 88
Via Della Martinella 9 - 20152 Milano (MI)
www.teltools.it

LUPUS IN FABULA

Anritsu, 14 - Arduino, 44 - Aurel, 90
Cypress Semiconductor, 15
Microchip, 52, 90
National Semiconductor, 14
Texas Instruments, 15

RUN YOUR DEVICES IN 6TH GEAR

CODICE MIP 2784811

COMPILERS

mikroC from $199

mikroB from $149

mikroP from $149

switch to PIC32

C, Pascal and Basic

mikroElektronika is the only PIC32 compiler manufacturer in the world to offer compilers for three programming languages:

- mikroC PRO for PIC32
- mikroBasic PRO for PIC32
- mikroPascal PRO for PIC32

Backward compatibility

If you need more power, just switch from PIC or dsPIC to PIC32 easily. We have been carefully planing backward compatibility for all of our library functions, so you will be able to literally copy/paste your existing codes and build them with just a few adjustments.

Lots of libraries

What is the point of compiler if you have to write your libraries from scratch, or to pay for each and every single one? With our compilers, you'll have over 500 library functions, and a head start in development. No PIC32 compiler offers so much at this price. It's the best value for the money.

MikroElektronika
DEVELOPMENT TOOLS | COMPILERS | BOOKS

www.pic32compilers.com

www.mikroe.com

di MAURIZIO DEL CORSO

La RADIO dal *web* a casa vostra

Con l'aiuto dei microcontrollori è oramai alla portata di tutti la costruzione di un ricevitore radio in streaming per ascoltare, senza un PC, le trasmissioni delle web radio via Internet

Uno dei primi circuiti che venivano proposti agli studenti degli istituti tecnici era il classico radioricevitore in banda 88-108MHz con cui si potevano ascoltare le radio locali e nazionali, a patto di aver costruito e collaudato correttamente il circuito. Ora i tempi sono decisamente cambiati e, nonostante la banda FM 88-108 sia ancora utilizzata dalle emittenti radiofoniche, oggi si è soliti parlare di radio in streaming e web radio. Ovviamente il circuito per ricevere trasmissioni in streaming è di gran lunga molto più complesso rispetto al classico radioricevitore, ma il grado di soddisfazione nella costruzione di un progetto del genere è direttamente proporzionale al numero di stazioni che si possono ricevere e quindi decisamente molto elevato! Per introdurvi in questo avvincente argomento vi presentiamo il progetto di una "internet radio" ovvero un circuito che è in grado di ricevere e decodificare gli streaming dati provenienti dalle stazioni radiofoniche via web, e tutto senza l'ausilio di un PC! Il progetto non è semplice ma, al di là della sua buona riuscita, è senz'altro interessante per comprendere a fondo l'argomento e, perché no, allestire la propria stazione web radio casalinga. Utilizzate la pagina Facebook di Fare Elettronica (www.facebook.com/farelettronica) per scambiare le vostre opinioni o per inviarci i vostri suggerimenti, noi intanto vi auguriamo una buona lettura e rinnoviamo l'appuntamento in edicola il 5 giugno con il prossimo numero di Fare Elettronica.

in fatto di "campagne"... la nostra non ha rivali

ABBONATI SUBITO

FINO AL 40% DI SCONTO !!!

Scopri gli altri abbonamenti in offerta qui

abbonamenti.ieshop.it

e la PROMOTUTTE3

fare elettronica

DIRETTORE RESPONSABILE
Antonio Cirella

DIRETTORE TECNICO
Maurizio Del Corso

Segreteria di redazione
Giorgia Generali

Comitato Scientifico
Simone Masoni (Microtest), Francesco Picchi (Microtest), Massimo Rovini (Università degli Studi di Pisa).

Art Director
Patrizia Villa

Hanno collaborato in questo numero:
Grazia Ancona, Silvano Breggion, Antonio Cecere, Iginio Commisso, Mattias Costantini, Francesco Di Lorenzo, Adriano Gandolfo, Antonio Giannico, Giorgio Ober, Francesco Pentella, Paolo Rognoni, Mariano Severi.

Direzione Redazione
INWARE Edizioni srl
Via Giotto, 7
20032 Cormano (MI)
Tel. 02.66504755
Fax 02.66508225
info@inwaredizioni.it
www.inwaredizioni.it
Redazione: fe@inwaredizioni.it

Pubblicitá per l'Italia
Agostino Simone
Tel. 347 2230684
media@inwaredizioni.it

International Advertisement
Elisabetta Rossi
Tel. 328 3245956
international@inwaredizioni.it

Stampa
Grafiche Sima
Via Provinciale Francesca, 52
24040 Ciserano (BG)

Distribuzione
Parrini & C s.p.a.
Via di Santa Cornelia, 9
00060 Formello (RM)

Ufficio Abbonamenti
INWARE Edizioni srl
Via Giotto, 7
20032 Cormano (MI)
Per informazioni, sottoscrizione o rinnovo dell'abbonamento:
abbonamenti@inwaredizioni.it
Tel. 02.66504755
Fax. 02.66508225
L'ufficio abbonamenti è disponibile telefonicamente dal lunedì al venerdì dalle 14,30 alle 17,30.
Tel. 02.66504755
Fax 02.66508225

Abbonamento per l'Italia:
€ 55,00
Abbonamento per l'estero:
€ 115,00
Gli arretrati potranno essere richiesti, per iscritto, a **€ 9,00** oltre le spese di spedizione

Autorizzazione alla pubblicazione
Tribunale di Milano n.647 del 17/11/2003

USPI
Mensile associato all'USPI (Unione Stampa Periodica Italiana)

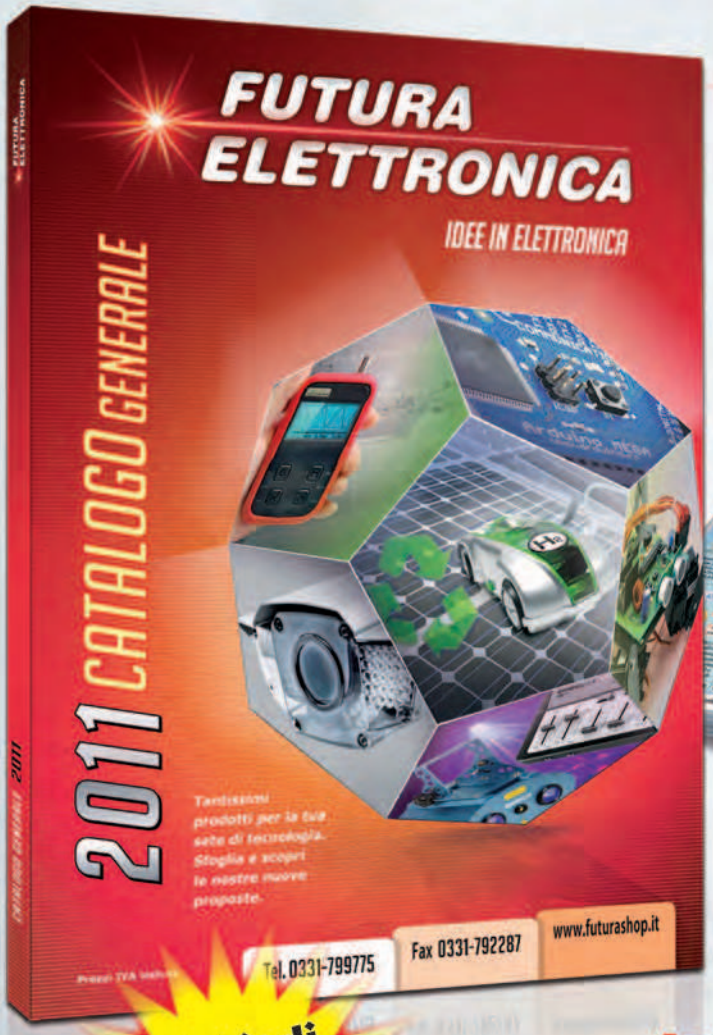
© Copyright
Tutti i diritti di riproduzione o di traduzione degli articoli pubblicati sono riservati. Manoscritti, disegni e fotografie sono di proprietà di Inware Edizioni srl. È vietata la riproduzione anche parziale degli articoli salvo espressa autorizzazione scritta dell'editore. I contenuti pubblicitari sono riportati senza responsabilità, a puro titolo informativo.

Privacy
Nel caso la rivista sia pervenuta in abbonamento o in omaggio, si rende noto che i dati in nostro possesso sono impiegati nel pieno rispetto del D.Lgs. 196/2003. I dati trasmessi a mezzo cartoline o questionari presenti nella rivista, potranno venire utilizzati per indagini di mercato, proposte commerciali, o l'inoltro di altri prodotti editoriali a scopo di saggio. L'interessato potrà avvalersi dei diritti previsti dalla succitata legge. In conformità a quanto disposto dal Codice di deontologia relativo al Trattamento di dati personali art. 2, comma 2, si comunica che presso la nostra sede di Cormano Via Cadorna 27, esiste una banca dati di uso redazionale. Gli interessati potranno esercitare i diritti previsti dal D.Lgs. 196/2003 contattando il Responsabile del Trattamento Inware Edizioni Srl (info@inwaredizioni.it).

Collaborare con FARE ELETTRONICA
Le richieste di collaborazione vanno indirizzate all'attenzione di Maurizio Del Corso (m.delcorso@inwaredizioni.it) e accompagnate, se possibile, da una breve descrizione delle vostre competenze tecniche e/o editoriali, oltre che da un elenco degli argomenti e/o progetti che desiderate proporre.

GRATIS PER TE

il nuovo CATALOGO GENERALE 2011



FUTURA ELETTRONICA

Una miniera di idee con tantissimi prodotti per saziare la tua sete di tecnologia!

CODICE MIP 2797232

Richiedi subito la tua copia

Acquista i nostri prodotti su

www.futurashop.it

... collegandoti al sito *www.futurashop.it* dal quale potrai compilare on-line il modulo per la richiesta del catalogo cartaceo oppure scaricare direttamente il catalogo in formato digitale. In alternativa invia il cupon, riportato a fianco, o una sua fotocopia, via fax al numero 0331/792287, o via posta all'indirizzo:

Futura Elettronica srl
Via Adige, 11 - 21013 Gallarate (VA)

Fare Elettronica

Sì desidero ricevere gratuitamente il nuovo **Catalogo Generale Futura Elettronica 2011**.

Nome _____

Cognome _____

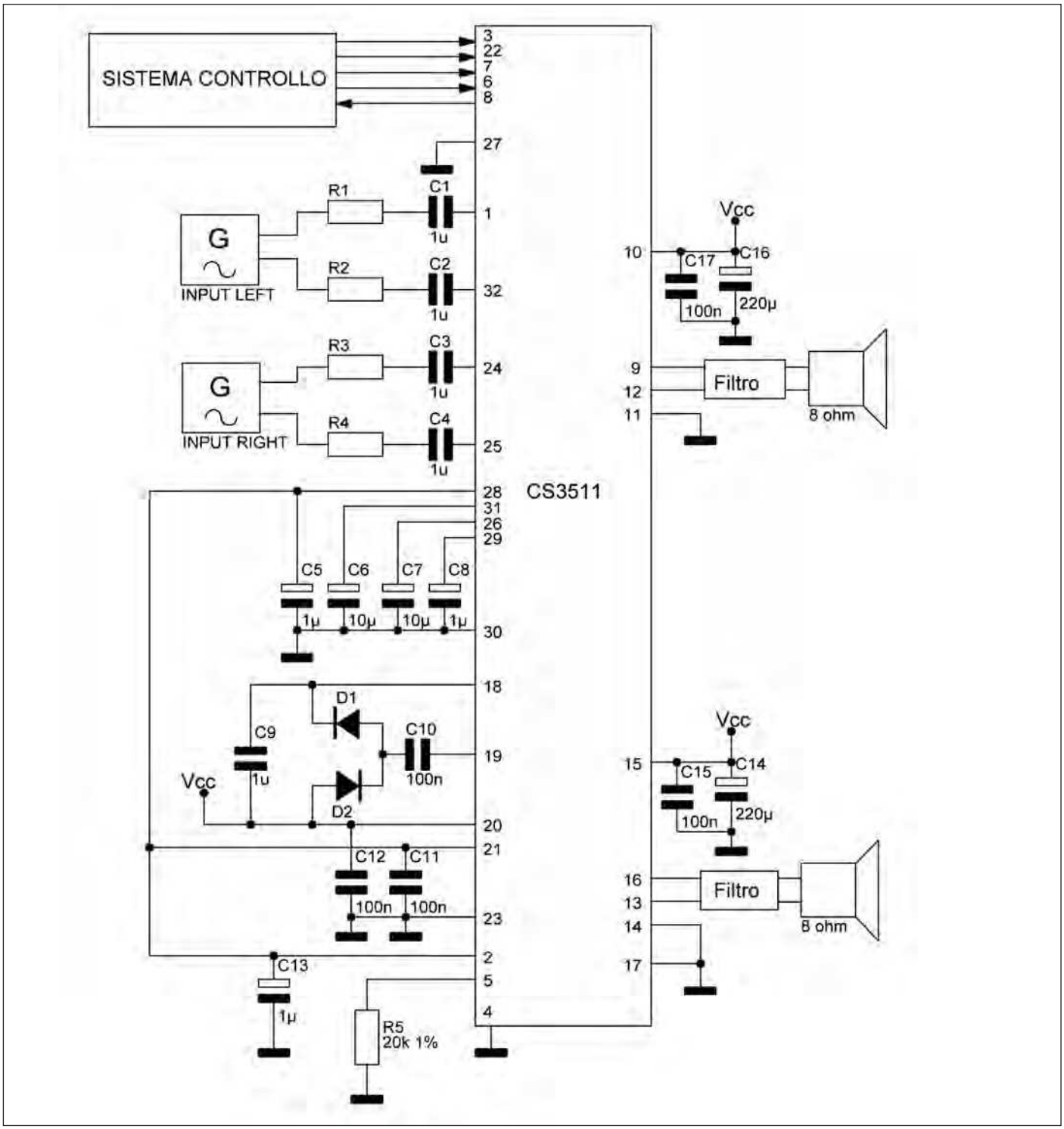
Via _____ N° ____

C.A.P. _____ Città: _____ Prov. ____

E-mail _____

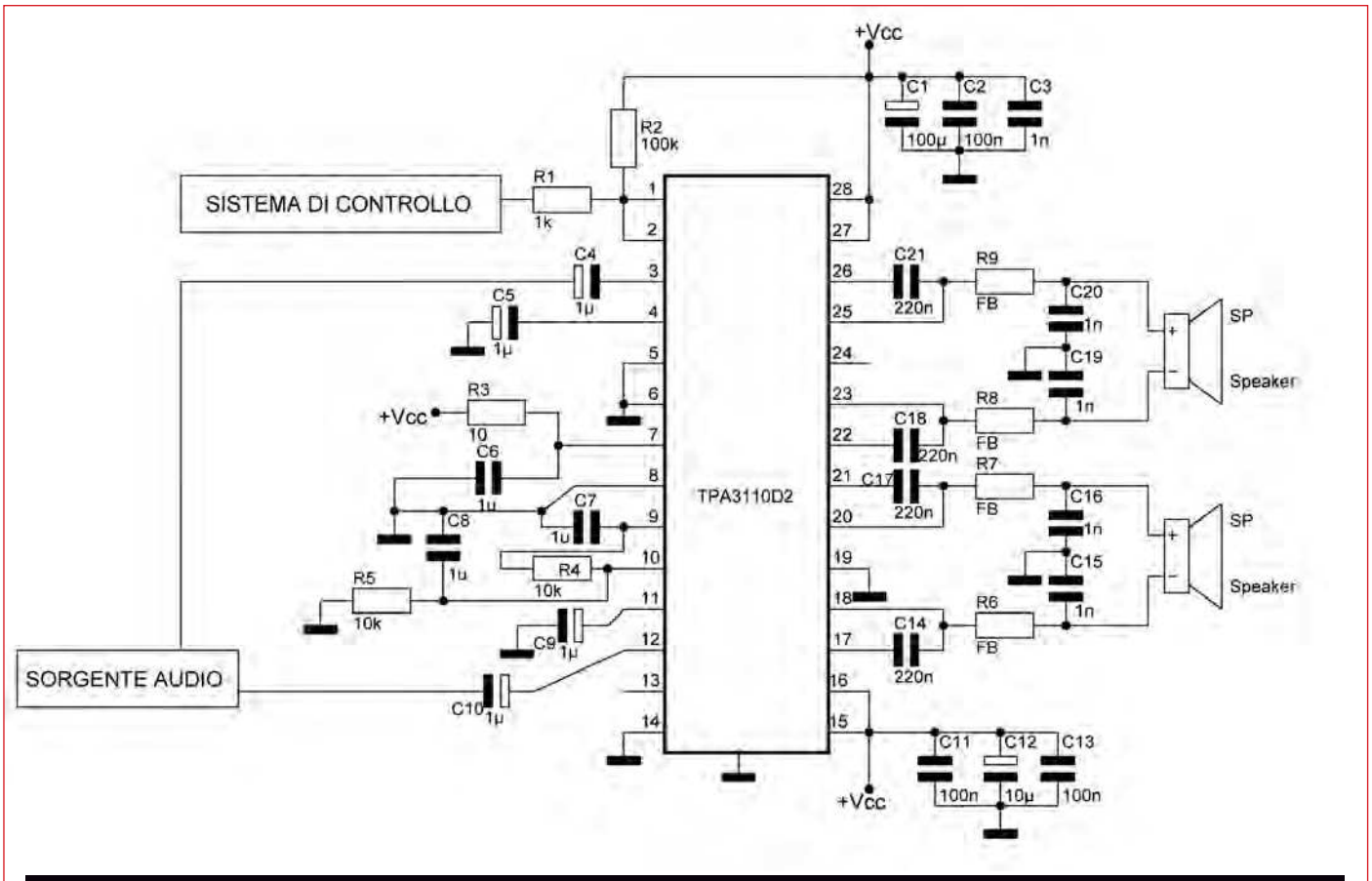
Data _____ Firma _____

La firma del presente tagliando ha valore di consenso al trattamento dei dati in esso contenuti da parte di Futura Elettronica srl ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. n. 196/2003.



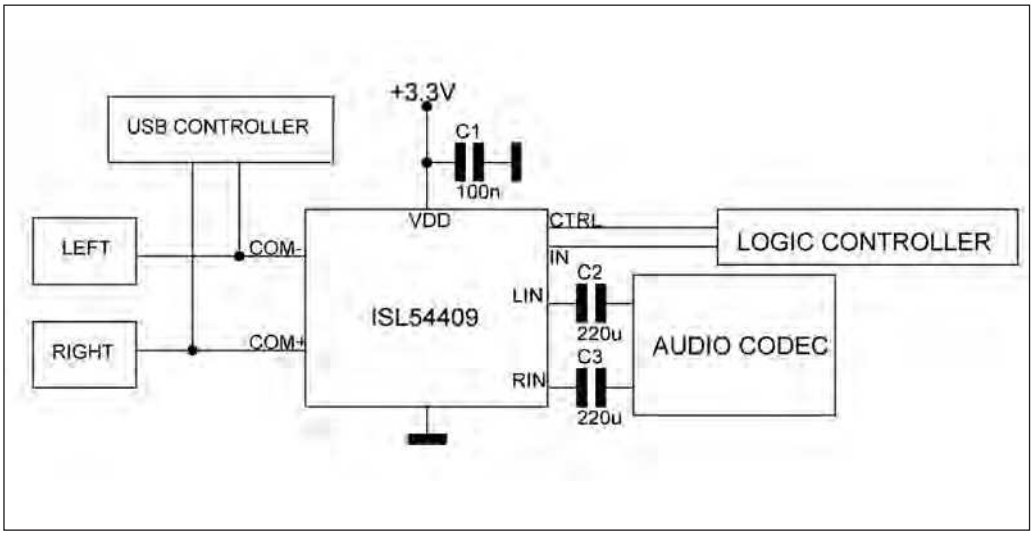
AMPLIFICATORE IN CLASSE D

Il CS3511 è un amplificatore di classe D, con potenza di uscita di 10W. Questo integrato permette l'amplificazione di due canali contemporaneamente e incorpora i comandi di mute, sleep, status ed una particolare funzione di sicurezza che disconnette il carico in carico di assorbimento anomalo. La tensione di alimentazione è di 5V.



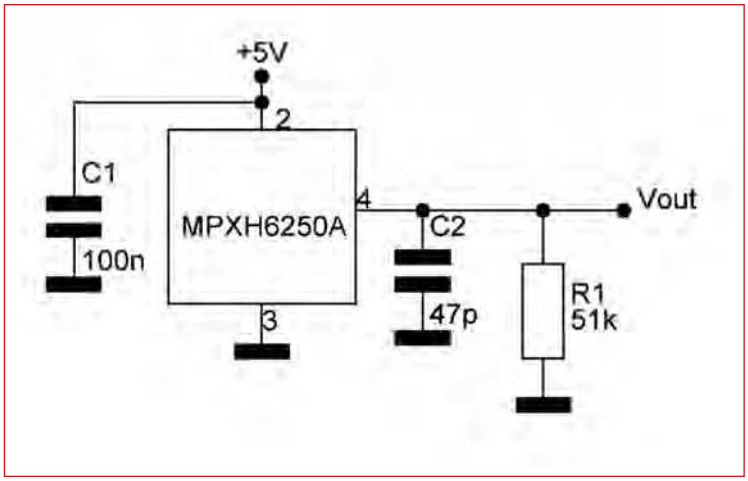
AMPLIFICATORE AUDIO

Il TPA3110D2 è un amplificatore audio prodotto dalla Texas Instruments, nato come evoluzione della famiglia di amplificatori da 15W. L'assenza di filtri per la selezione delle frequenze garantisce un basso costo del dispositivo che, come altri amplificatori di classe D, è dotato di un circuito di protezione per gli altoparlanti. Per farlo funzionare occorrono solo 10V.



Switch per casse acustiche

L'ISL54409 è un commutatore che lavora in configurazione wired-OR, per la connessione di casse acustiche o di auricolari connessi alla stessa linea di segnale. Esso infatti, è costituito da due interruttori digitali pilotati dai pin "CTRL e IN". L'alimentazione è di circa 3, 3V. Questo integrato integra un circuito anti-rimbalzo ed è stato studiato per ridurre al minino il disturbo sul segnale.

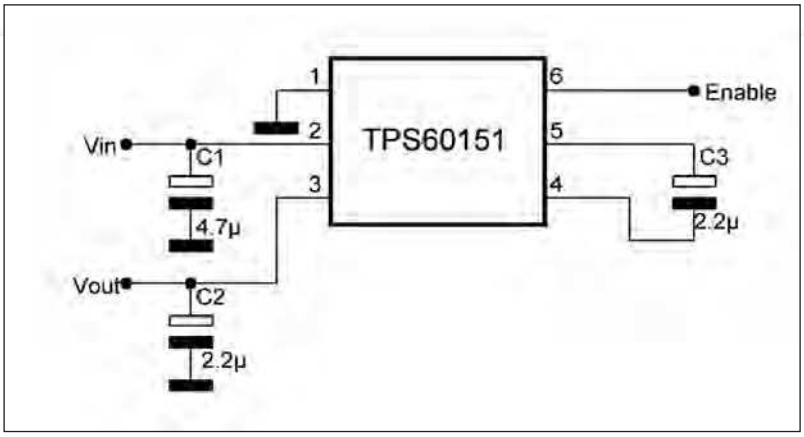


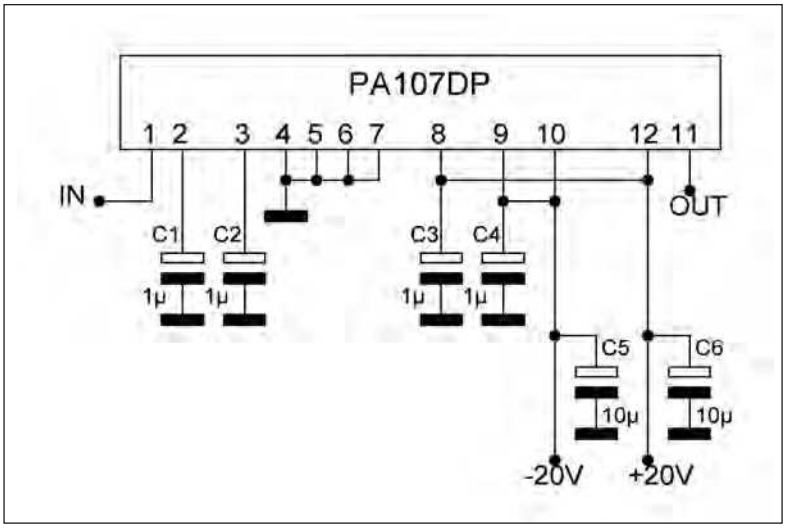
Misura di pressione

Il circuito proposto è basato su un MPXH6250A, un integrato contenente un sensore di pressione in grado di rilevare un range di pressione che va dai 20 ai 250KPa, fornendo una tensione di uscita dai 0, 3 ai 4, 9 V. Il sensore integra un controllo per l'aumento della temperatura interna, per evitare che, sbalzi termici, possano falsare il rilevamento della pressione. Questo sensore appartenete alla famiglia degli MPX, utilizzati in applicazioni industriali.

REGOLATORE SWITCHING DA 5V

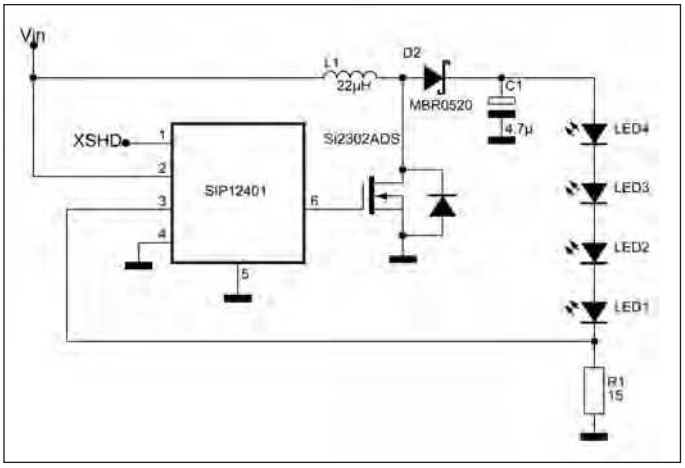
Il TPS60151 è un regolatore switching, che converte qualsiasi valore di tensione, presente al suo ingresso in una tensione a 5 V, stabile e a basso rumore, con una corrente massima di uscita di 140mA. Il package è un QFN, con 6 pin dual-in-line e, per le sue ridotte dimensioni, sipresta molto bene ad applicazioni portatili.





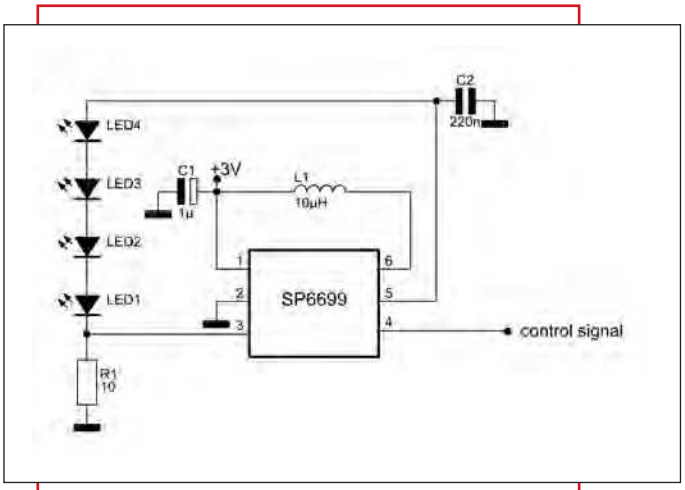
AMPLI PER APPARECCHIATURE MEDICALI

Il PA107DP, è un amplificatore di potenza ad elevate prestazioni, nato per essere impiegato in apparecchiature mediche. È in grado di raggiungere un slew/rate di 3000V/s, presenta una doppia alimentazione che va dai 50 ai 200V, con una corrente di picco che va da 1A a 5A. Ha una grandezza di banda di 180MHz ed è dotato di 12 pin in un contenitore SIP.



LED **DRIVER**

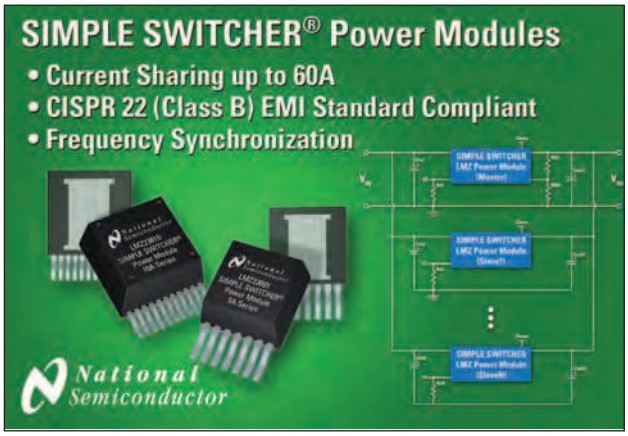
Il SIP12401 fornisce la giusta corrente per pilotare 4 Led bianchi con una semplice batteria che alimenta l'integrato. Questo componete permette di pilotare 4 led bianchi connessi in serie. Il SIP12401 è disponibile in un contenitore a 6 pin ed è stato realizzato anche per sopportare temperature dai -40 C° ai +85 C°. 🕮



DC/DC STEP-UP CONVERTER

In figura è riportato lo schema applicativo di un SP6699 un convertitore DC/DC step–up, che pilota 4 led bianchi connessi in serie. Il chip funziona con una tensione di partenza di 3V ed è in grado di erogare in uscita una tensione massima di 27V. Al suo interno ha un diodo Schottky per seguire meglio la commutazione dell'alimentatore switching interno. 🕮

idee di



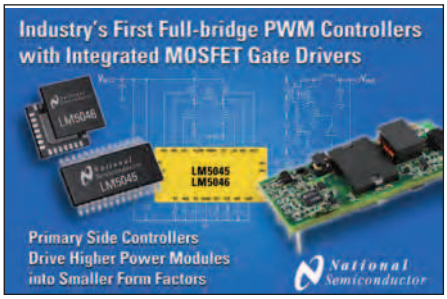
NUOVI MODULI **SIMPLE SWITCHER**

National Semiconductor ha annunciato l'introduzione di 12 nuovi moduli di potenza della serie SIMPLE SWITCHER, i primi in grado di pilotare una corrente di uscita fino a 10A e conformi alle specifiche CISPR 22 (Classe B) relative alle interferenze elettromagnetiche (EMI) irradiate e come richiesto nelle applicazioni nei settori industriale e delle infrastrutture di comunicazione. Questi moduli di National Semiconductor includono nuove funzionalità di condivisione della corrente (current sharing) e di sincronizzazione della frequenza. Nel caso di applicazioni che prevedono la presenza di FPGA e di terminali (rail) intermedi a elevata corrente, è possibile porre in parallelo più moduli SIMPLE SWITCHER per ottenere correnti di uscita fino a 60A. Un pin di sincronizzazione permette ai moduli di operare alla medesima frequenza, controllando il rumore di commutazione in sistemi particolarmente sensibile a questo fenomeno. I nuovi moduli di potenza SIMPLE SWITCHER sono compatibili a livello di piedinatura con gli altri membri della famiglia. Dotati di un induttore schermato integrato, i moduli di potenza da 10A di National Semiconductor possono operare a una temperatura massima di 70°C in assenza di ventilazione. La conformità allo standard CISPR 22 (Classe B) relative alle emissioni condotte e irradiate semplifica la progettazione della scheda PCB.

CODICE MIP 2806559

Controllori PWM a ponte intero

National Semiconductor ha annunciato l'introduzione dei primi controllori PWM a ponte intero che integrano i quattro circuiti di pilotaggio del gate (gate driver) dei MOSFET del ponte del lato primario. I nuovi LM5045 e LM5046 sono in grado di garantire maggiore efficienza e densità di potenza nei moduli in formato 1/4 e 1/8 brick utilizzati in numerose applicazioni con elevati valori di tensione in ingresso. I nuovi LM5045 e LM5046 saranno visibili a questa edizione di APEC (Applied Power Electronics Conference and Expo) che si tiene dal 6 al 10 Marzo a Fort Worth (Texas). APEC è senza dubbio uno degli eventi più importanti per tutti i professionisti attivi nel settore dell'elettronica di potenza. Appartenenti alla famiglia di prodotti ad elevata efficienza energetica PowerWise, i nuovi controllori PWM LM5045 e LM5046 semplificano la progettazione di convertitori di potenza basati su una topologia a ponte intero riducendo il numero di componenti di potenza esterni .



CODICE MIP 2806461

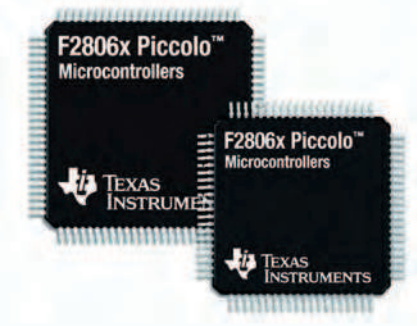
Nuovi analizzatori di rete Anritsu

Anritsu propone due nuovi analizzatori Ethernet da 100 Gigabite per supportare la crescita rapida del volume del traffico LAN. Gli analizzatori avanzati della rete forniscono un completo test di protocollo per l'architettura, su cui si basano i più recenti routers e switch ultra-high data-rate.

Il produttore dei test di comunicazione Anritsu ha annunciato l'installazione grazie a Amsterdam Internet Exchange (AMS-IX) di due analizzatori MD1260A IP/Ethernet, che supportano gli ultimi standards IEEE per reti da 40 Gigabit Ethernet (GbE) e 100GbE. L'investimento nel più alto test di tecnologia da parte di Anritsu è parte di una strategia da AMS-IX, che rappresenta il più grande scambio di traffico internet, per ridisegnare le sue infrastrutture per una veloce crescita dei volumi di IP di dati. Per raggiungerlo, AMS-IX sta sostituendo la configurazione network esistente basata su link aggregati 10GbE con una architettura che usa router e switch da 100GbE-standard. Questa architettura riduce la complessità della rete, migliora la performance e alleggerisce le operazioni di gestione della rete.

CODICE MIP 2803824

IL FLOATING-POINT DI TI



Texas Instruments e Visual Solutions hanno annunciato che VisSim/Embedded Controls Developer v8.0 (VisSim) fornisce un supporto completo, basato su un modello per il nuovo TMS320C2000 di TI, microcontrollore floating-point. Il software permette il rapido sviluppo di applicazioni, in quanto supporta visivamente la creazione di algoritmi, simulazioni bit-true, inizializzazione del dispositivo, prototipazione e generazione del codice C. Una versione completa del VisSim v8.0 è stata presentata ed è disponibile per l'uso con F28069 controlSTICK e F28069 Experimenter's Kit di TI, con una licenza prova gratuita di due mesi. È disponibile, inoltre, F28069 controlSTICK al prezzo promozionale di 11 dollari.

CODICE MIP 2806274

Innovazione nei TrueTouch

Cypress Semiconductor ha di recente introdotto una nuova funzionalità nei propri controllori per touchscreen della famiglia TrueTouch CY8CTMA3XX grazie alla quale i touchscreen presenti in una pluralità di dispositivi mobili – tra cui handset, telecamere, apparati GPS – possono funzionare senza problemi quando sono collegati a caricabatterie che emettono parecchio rumore. I caricabatterie di basso costo oppure forniti da terze parti o non di marca emettono rumore di modo comune di notevole intensità che ha un impatto negativo sulle prestazioni dei touchscreen, che spesso danno luogo a letture poco precise del tocco o a risposte spurie (ghost touch). Grazie alla funzionalità Charge Armor, i touchsceen possono funzionare normalmente in presenza di rumore c.a. di elevata intensità.

CODICE MIP 2806421

plug in

I NOSTRI CIRCUITI STAMPATI HANNO DEI COMPONENTI UNICI. SU MISURA PER VOI.

SINGOLA E DOPPIA FACCIA CON FORO METALLIZZATO; CON SOLDER E SERIGRAFIE PER UNO STAMPATO DI ALTA QUALITÀ O SOLO PISTE STAGNATE PER UN PROTOTIPO A BASSO COSTO

velocità
TEMPO DI CONSEGNA GARANTITO: 24 ORE O I CIRCUITI SONO GRATIS

qualità
I CIRCUITI VENGONO SOTTOPOSTI A TEST ELETTRICO E ACCOMPAGNATI DAL CERTIFICATO DI GARANZIA*; TUTTI I CIRCUITI SONO REALIZZATI SU LAMINATO Panasonic

novità
DA OGGI, ALLO STESSO PREZZO E ALLE STESSE CONDIZIONI DEI NOSTRI CIRCUITI DOPPIA FACCIA È DISPONIBILE IL LAMINATO IN ALLUMINIO AD ALTISSIMA DISSIPAZIONE TERMICA INDISPENSABILE PER LA REALIZZAZIONE DI PROGETTI CON LED AD ALTA LUMINOSITÀ E OVUNQUE SIA RICHIESTO UN ELEVATO GRADO DI DISSIPAZIONE

facilità
PER CHIARIMENTI, DETTAGLI SULLE NOTE TECNICHE, ORDINI:
www.mdsrl.it
PREVENTIVO ANONIMO, GRATUITO E IMMEDIATO

*la certificazione sarà rilasciata solo per circuiti con consegna oltre le 48 ore

CODICE MIP 2794792

md millennium dataware
produciamo circuiti stampati

Parco scientifico e tecnologico
15050 Rivalta Scrivia - Tortona (AL)
tel. 0131 860.254 fax 0131 860157 info@mdsrl.it

CAMPAGNA ABBONAMENTI

PROMO tutte3

RISPARMIO ASSICURATO!
Risparmierai fino a 73,00 EUR sul prezzo di copertina. Garanzia del prezzo bloccato per un anno. Le riviste ti saranno recapitate comodamente a casa. Riceverai un buono sconto del 20% per un tuo prossimo acquisto su www.ieshop.it

UNA PROMOZIONE ESCLUSIVA:

- 11 numeri di FARE ELETTRONICA
- 11 numeri di ELEKTOR
- 11 numeri di FIRMWARE (edizione digitale) compreso l'accesso all'archivio a partire dal numero 49 di febbraio 2010
- 1 anno di accesso al CLUB di FARE ELETTRONICA
- 1 anno di accesso al CLUB di FIRMWARE,
- 20% di sconto per un acquisto su www.ieshop.it

TUTTO A SOLI € 119,50 ANZICHE' € 192,50

Sì, mi abbono alla PROMOTUTTE3 (è possibile abbonarsi online www.ieshop.it/promotutte3)

Riceverò 11 numeri di Fare Elettronica e 11 di Elektor in edizione cartacea, potrò accedere all'archivio di Firmware in edizione digitale a partire dal numero 49 di febbraio 2010 e ai prossimi 11 numeri, compreso un anno di accesso al CLUB di Fare elettronica e Firmware, tutto a **soli € 119,50** anziché € 192,50

METODI DI PAGAMENTO

☐ **BONIFICO BANCARIO** ☐ **BOLLETTINO POSTALE** ☐ **ALLEGO ASSEGNO** (Intestato a Inware Edizioni)

☐ MasterCard ☐ VISA ☐ postepay

PayPal fare il pagamento su paypal@inwaredizioni.it

TITOLARE. . . . . .
NUMERO . . . . . .
DATA DI SCADENZA. . . . . CODICE DI SICUREZZA . . . . . .

INVIARE IL MODULO D'ORDINE A: Inware Edizioni srl, via Cadorna 27/31 - 20032 Cormano (MI) - oppure via FAX allo 02 66508225
(Inviando questo modulo si accettano i termini e le condizioni riportate a tergo)

Nome . . . . . Cognome . . . . . .
Indirizzo . . . . . n° . . . . . .
Cap . . . . . Città . . . . . Prov . . . . . .
Tel . . . . . Fax . . . . . Email . . . . . .
Ragione Sociale . . . . . .
Codice fiscale . . . . . Partita IVA . . . . . .

DATA . . . . . FIRMA . . . . . ☐ Fattura

1 PERCHÉ SCEGLIERE FARE ELETTRONICA:

LAVORO: Se lavori come progettista elettronico, Fare Elettronica saprà esserti utilissima con numerose idee e spunti sia dal punto di vista pratico che teorico. DIDATTICA: se lavori come insegnante in una scuola ad indirizzo tecnico, Fare Elettronica risulterà tra le migliori fonti di ispirazione per te e per i tuoi allievi. AGGIORNAMENTO TECNOLOGICO: se sei alla ricerca di una fonte d'ispirazione, Fare Elettronica non ti deluderà, fornendoti l'aggiornamento sulle più recenti tecnologie, trattate in modo esauriente e competente. HOBBY: se invece l'elettronica è la tua passione, Fare Elettronica ti permetterà di coltivarla giorno per giorno con progetti sempre appassionanti ed alla tua portata.

2 PERCHÉ SCEGLIERE FIRMWARE:

Firmware è una fantastica rivista digitale, tra le prime uscite nel settore dell'elettronica e la prima in assoluto in lingua italiana. Nasce come naturale evoluzione della rivista Firmware in edizione cartacea, rivista dedicata ai professionisti dell'elettronica, esigenti e competenti bisognosi di uno strumento di aggiornamento e di know how per l'elettronica professionale. Firmware è basata su una piattaforma che saprà regalarti una nuova esperienza di accesso a incredibili contenuti. Nessuna rivista ti sembrerà più all'altezza dopo aver visto Firmware!

3 PERCHÉ SCEGLIERE ELEKTOR:

Elektor è in circolazione in oltre 50 Paesi con un totale di 300,000 copie mensili. Pubblicato in Inghilterra, Francia, Paesi Bassi, Spagna, Grecia, Portogallo, Brasile, Svezia, Finlandia, Germania, Italia, Stati Uniti. La rivista Elektor è distribuita a livello mondiale tramite abbonamento, edicole e librerie. I siti internet sono tradotti in Inglese, Tedesco, Francese, Italiano, Cinese, Portoghese, Brasiliano, Svedese e Greco. 2 milioni di lettori mensili. 140.000 visitatori web mensili. 43.000 abbonati a e-weekly, la newsletter digitale. Elektor propone progetti di elevata qualità ideali per l'autocostruzione nei campi dei microcontrollori, audio high-end, RC modelling, RF e test & measurement. Elektor è creata da veri appassionati di elettronica. Elektor è l'unica rivista internazionale indipendente a vantare un laboratorio di progettazione e PCB design interno.

PERCHÉ SCEGLIERE TUTTE E TRE LE RIVISTE

Perché solo Inware Edizioni può darti una offerta così completa a condizioni così convenienti con un mix di aggiornamento, conoscenza, stimolo, divertimento e professionalità! Approfitta della fantastica PROMOTUTTE3 non te ne pentirai

LA RIVISTA
DI ELETTRONICA
PIÙ LETTA AL MONDO
(OLTRE 400MILA
COPIE
IN 12 LINGUE)
DA OGGI
IN ITALIANO!

*luglio/agosto numero doppio

Creata da veri appassionati di elettronica con la produzione di molti progetti pratici, tutti originali e sempre innovativi.

Progetti di elevata qualità ideali per l'autocostruzione nei campi dei microcontrollori, audio high-end, RC modelling, RF e test & measurement.

Gli sviluppi sulle nuove tecnologie, grazie ad una serie di articoli mensili, sempre pratici e visti da angolazioni diverse.

L'unica rivista al mondo che può vantare laboratori di progettazione e di disegno dei PCB, con la produzione e vendita di kit.

Il nuovo numero ti aspetta in edicola a partire dal 20 del mese precedente*

www.elektor.it

4-5 giugno 2011
RADIANT and Silicon

Mostra-mercato di apparati e componenti per telecomunicazioni, Internet e ricetrasmissioni di terra e satellitari, antenne, elettronica, informatica, telefonia statica e cellulare, hobbistica ed editoria; borsa-scambio di surplus radioamatoriale, informatico ed elettronico). Attualmente RADIANT, che si sviluppa su una superficie espositiva superiore ai 10.000 mq. coperti, con più di 180 espositori per edizione ed oltre 40.000 visitatori annui, è considerata la più importante Mostra-Mercato nazionale del suo settore. Fra le categorie merceologiche ricordiamo: elettronica, informatica, telefonia, radiantismo, editoria, tv satellitare, hobbistica, surplus, radio d'epoca. **Dove:** Novegro (MI) **Quando:** 4-5 Giugno 2011 **Orari:** dalle 9.00 alle 18.00 **Organizzazione:** Comis *info:www.parcoesposizioninovegro.it*

CODICE MIP 2806564

21-22 maggio 2011

MARC DI PRIMAVERA

Fiera dell'elettronica, radiantistica, surplus, telefonia. Grandi occasioni anche per informatica, CD, DVD e stampa specializzata. **Dove:** Genova **Quando**: 21-22 Maggio 2011 **Orari:** dalle 9.00 alle 18.00 **Organizzazione**: Studio Fulcro *info:www.studio-fulcro.it*

CODICE MIP 2799411

11-12 giugno 2011 2009

GRANDE FIERA DELL'ELETTRONICA

Fiera dell'elettronica, radiantistica, surplus, telefonia. Grandi occasioni anche per informatica, CD, DVD e stampa specializzata. **Dove:** *Longarone (BL)*
Quando: *11-12 Giugno 2011* **Orari:** *dalle 9.00 alle 18.00*
Organizzazione: *Compendio Fiere* *info:www.compendiofiere.it*

CODICE MIP 2806572

24-26 giugno 2011

MOSTRA dell'elettronica

Computer e telefonia, informatica, elettronica, antenne e TV/SAT, Hi-Fi, sicurezza informatica, editoria specializzata. Queste le tamatiche della terza edizione della Mostra dell'elettronica in Valle d'Itria. **Dove**: Martina Franca (TA) **Quando:** 24-26 Giugno 2011 **Orari:** dalle 9.00 alle 18.00 **Organizzazione:** Anse Fiere *info: www.ansefiere.it*

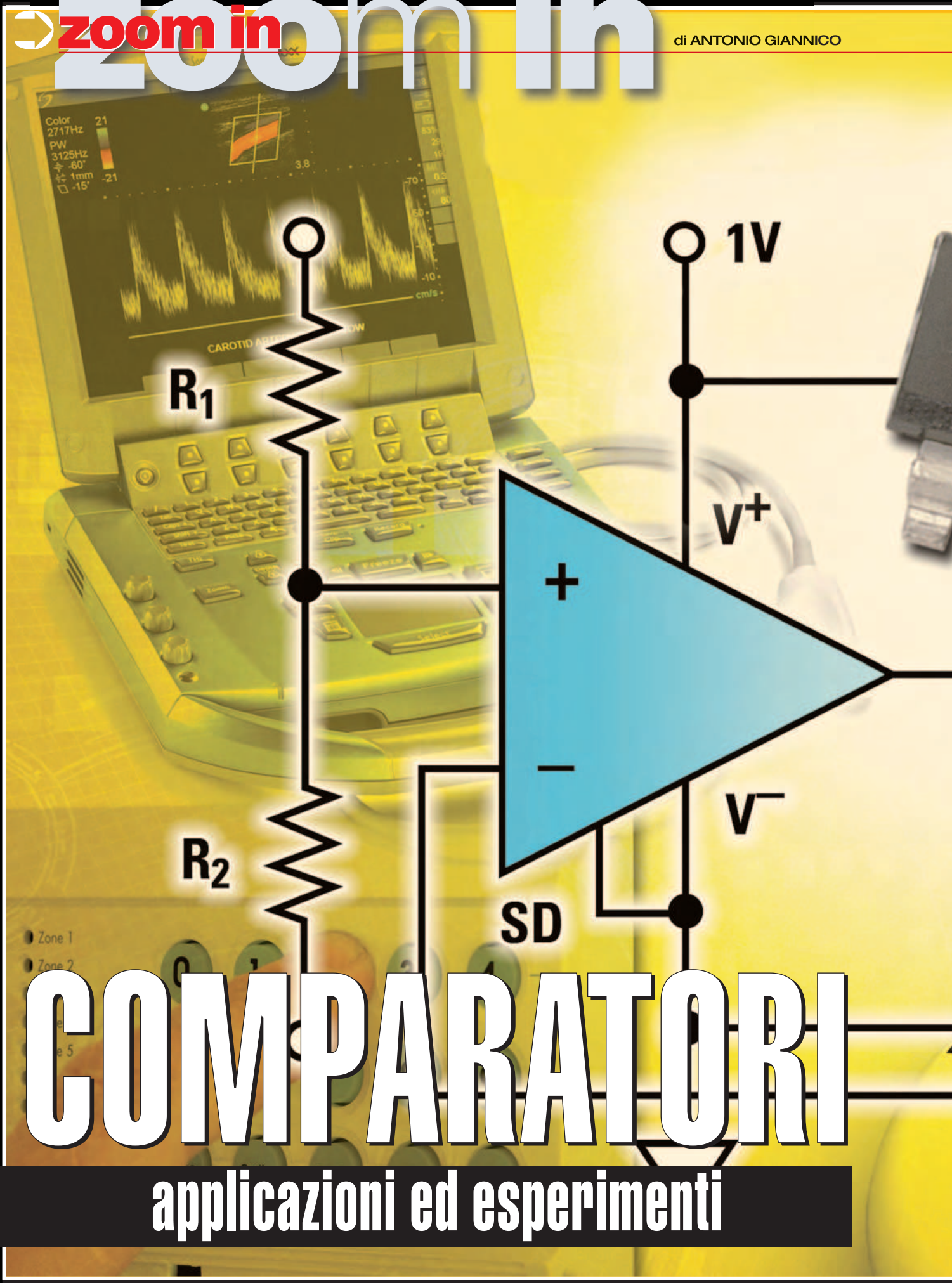
CODICE MIP 280657

24-26 GIUGNO 2011 HAM RADIO

Un appuntamento storico per i radioamatori. L'Ham Radio di Friedrichshafen è la fiera europea di riferimento per radioamatori ed hobbisti elettronici che attrae visitatori da tutto il mondo. In occasione della fiera si terranno workshop e conferenze di sicuro interesse per gli appassionati del settore.
Dove: **Friedrichshafen (Germania)**
Quando: **24-26 Giugno 2011**
Orari: **dalle 9.00 alle 18.00**
Organizzazione: **Messe Friedrichshafen**
info: www.hamradio-friedrichshafen.de

CODICE MIP 2806570

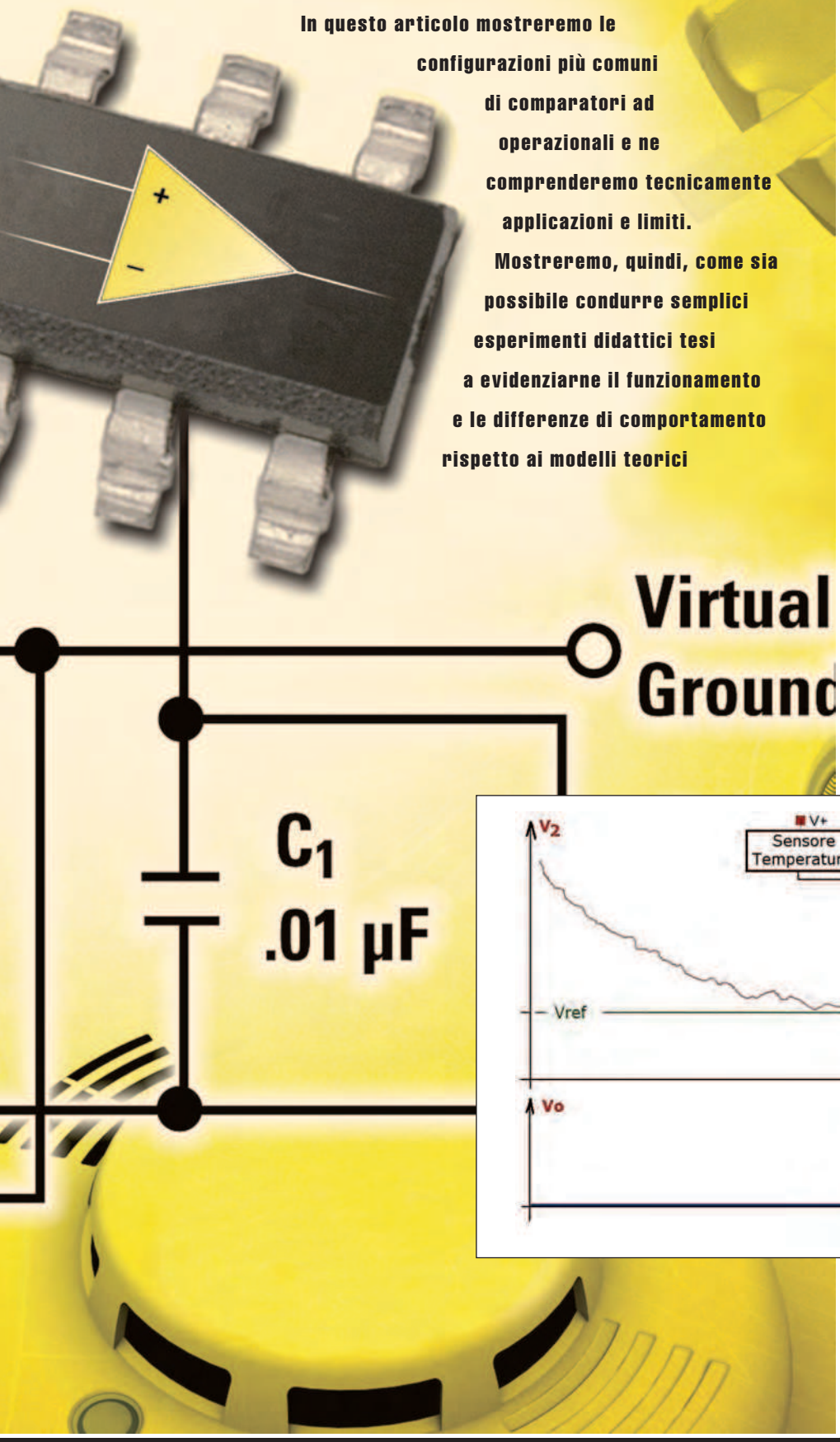
di ANTONIO GIANNICO



COMPARATORI

applicazioni ed esperimenti

Un comparatore è un circuito in grado di confrontare tra loro due livelli di tensione in ingresso e fornire un livello alto o basso in uscita, in dipendenza del risultato del confronto stesso. In questo articolo mostreremo le configurazioni più comuni di comparatori ad operazionali e ne comprenderemo tecnicamente applicazioni e limiti. Mostreremo, quindi, come sia possibile condurre semplici esperimenti didattici tesi a evidenziarne il funzionamento e le differenze di comportamento rispetto ai modelli teorici



Questo articolo e altri che seguiranno sui prossimi numeri di Fare Elettronica costituiscono delle brevi guide tecnico-pratiche, dedicate prevalentemente a chi intende imparare e sperimentare concetti applicativi più o meno semplici di elettronica, all'interno di un piccolo laboratorio didattico composto con il più limitato set possibile di strumenti e apparecchiature. L'analisi del funzionamento di circuiti, tanto semplici quanto utili perché ricorrenti nella progettazione e nell'elettronica pratica, sarà pertanto oggetto della nostra attenzione. Per questo motivo essi potranno risultare utili ed interessanti, soprattutto, per quanti, come studenti e hobbisti alle prime armi, desiderano familiarizzare con l'elettronica in maniera diretta e pratica, senza tuttavia tralasciare i concetti teorici di base necessari ad una compren-

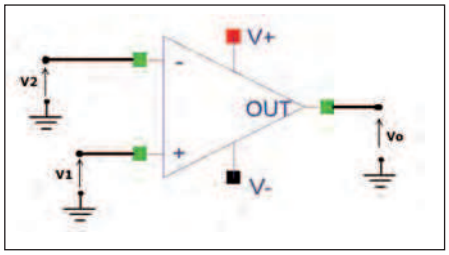


Figura 1: operazionale utilizzato come comparatore. Si notino il morsetto invertente, il morsetto non invertente, l'uscita ed i due morsetti di alimentazione.

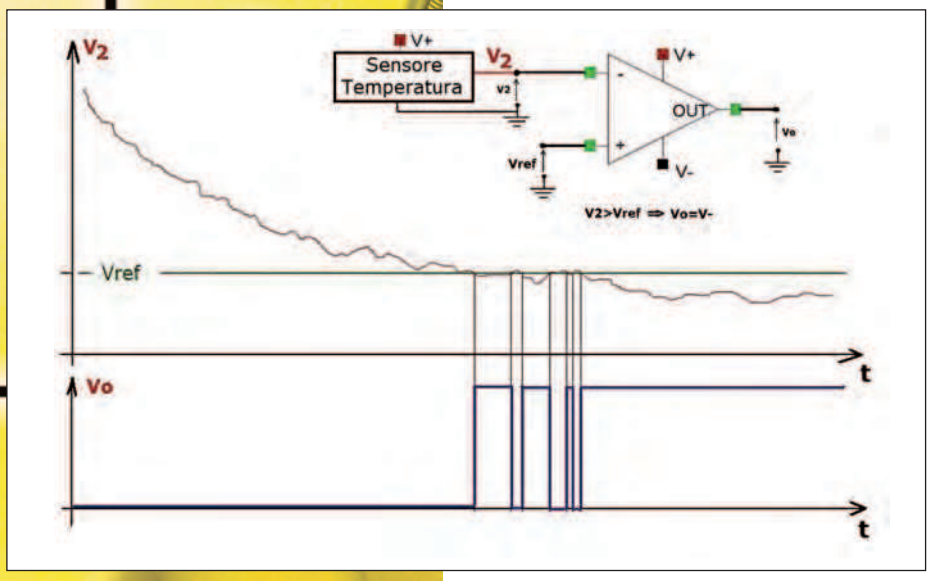
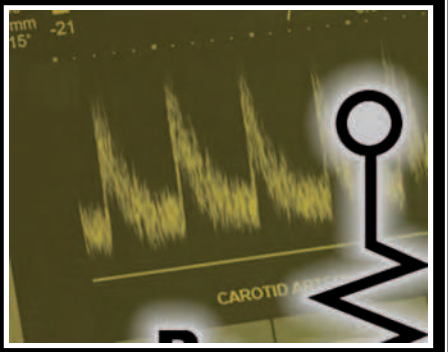


Figura 2: il comportamento di un comparatore senza isteresi appare poco immune a disturbi e rumori sovrapposti al segnale in ingresso o causati da fenomeni quali il ripple di alimentazione, soprattutto nel caso in cui il segnale di ingresso sia molto prossimo a quello di riferimento Vref (soglia).



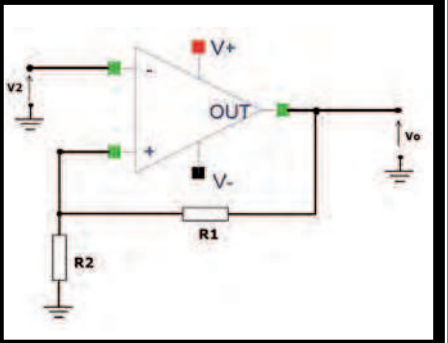


Figura 3: tipica struttura circuitale di un trigger di Schmitt (si noti la retroazione positiva).

sione organica degli argomenti. Alcuni degli esperimenti didattici che proporremo risulteranno facilmente riproducibili da chiunque, senza l'impiego di alcuno strumento di laboratorio. Quando possibile, infatti, ci sforzeremo volutamente di impostare l'esperimento didattico in maniera tale che, per portarlo a termine, sia sufficiente disporre di una breadboard e pochi componenti discreti come resistenze, diodi, alcuni integrati o poco più.

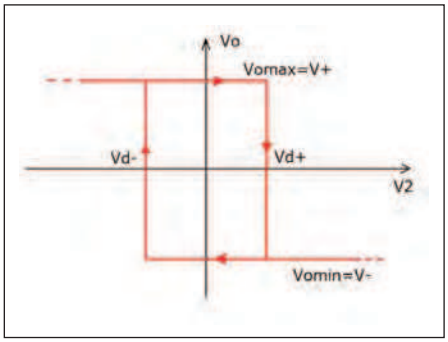


Figura 4: caratteristica Vi-Vo ad isteresi tipico di un Trigger di Schmitt invertente (circuito di figura 3).

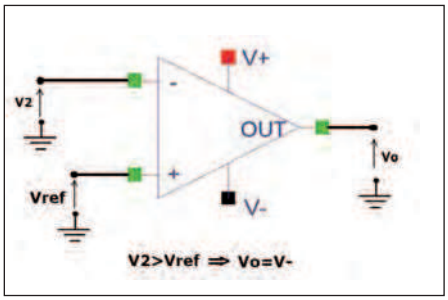


Figura 5: comparatore invertente.

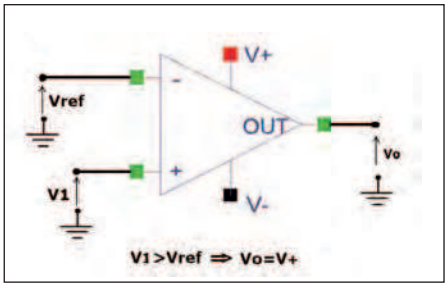


Figura 6: amplificatore operazionale utilizzato come comparatore non invertente .

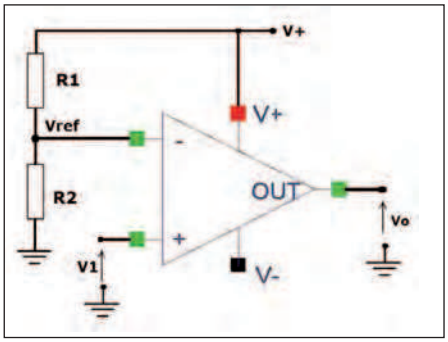


Figura 7: comparatore non invertente con riferimento ottenuto dal partizionamento ohmico della tensione di alimentazione.

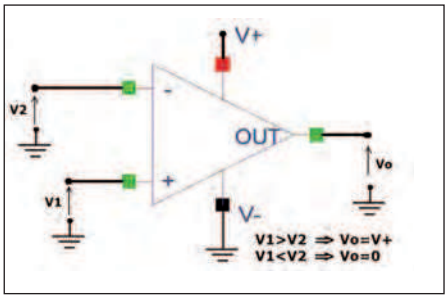


Figura 8: comparatore con alimentazione singola.

Molti di voi si staranno chiedendo come sia possibile eseguire esperimenti di laboratorio senza disporre di un vero laboratorio. In effetti, disporre di un laboratorio di elettronica sarebbe il massimo per qualunque appassionato, è difficile, però, che uno studente o un semplice hobbista sia dotato di un laboratorio ben attrezzato. Per questo motivo cercheremo di eseguire esperimenti con circuiti caratterizzati da assorbimenti di potenza contenuti, alimentabili a tensioni intorno a 9V, così da poter sostituire l'alimentatore da banco con una semplice pila da 9V come quelle dei telecomandi. Non solo: quando avremo bisogno di eseguire esperimenti con circuiti dotati di alimentazione duale, sarà sufficiente utilizzare due di queste pile in serie, considerando il punto di mezzo come punto di massa (riferimento). Analogamente, qualora volessimo conoscere un livello di tensione, potremmo utilizzare dei led, in modo da sfruttare il loro stato per rilevarne il livello stesso. Grazie a questi piccoli accorgimenti potremo limitare, almeno in alcune esperienze, il set di strumenti davvero irrinunciabili al solo multimetro.

Una breadboard, pochi componenti, un paio di pile da 9V e al più un multimetro, possono essere acquistati davvero con poca spesa e questo può consentire anche a un semplice studente alle prime armi di eseguire in tutta autonomia i suoi primi esperimenti di elettronica pratica. In alcuni casi avremo a che fare con espe-

PER *approfondire...*

Dispositivi integrati- Cap.XX5- Circuiti comparatori (Par.2.6)- Manuale di Elettronica e Telecomunicazioni- Quarta edizione- G.Biondo, E.Sacchi;
LM741 Operational Amplifier;
LM158/LM258/LM358/LM2904 Low Power Dual Operational Amplifiers (www.national.com)
LM3914 Dot/Bar Display Driver (www.national.com);
LM3915 Dot/Bar Display Driver (www.national.com).

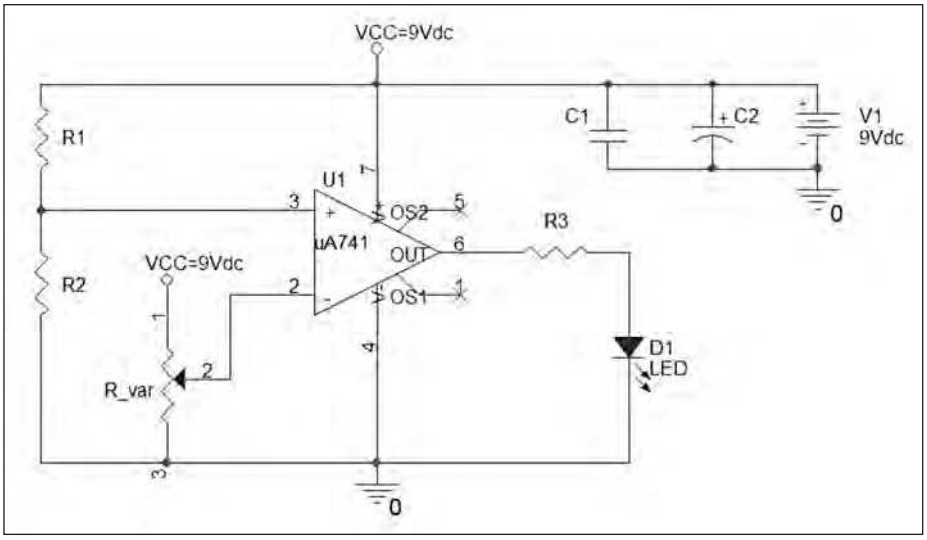


Figura 9: implementazione del comparatore invertente (vedi anche figura 10 e figura 11). valore nominale di R1=R2=1,5kΩ, R3=1kΩ, R_var=100kΩ.

rimenti in cui sarà necessario avere a disposizione un oscilloscopio ed un generatore di funzioni. A tale proposito sarebbe possibile utilizzare la scheda audio del proprio PC come generatore di segnali e, come oscilloscopio, strumenti software di misura freeware disponibili in rete accettando, al più, la limitazione di eseguire esperimenti in bassa frequenza, all'interno, cioè, del campo audio fino a 15 KHz circa. A chi volesse operare in tal senso consiglio di iniziare dando uno sguardo al mio articolo "Allestire un piccolo laboratorio hobbistico" apparso sul numero 301 di Fare Elettronica, ma di desistere se non si è in grado di interfacciare opportunamente e in tutta sicurezza la scheda audio con i circuiti da sottoporre a misura, senza rischiare di danneggiare il proprio PC. In questo articolo non abbiamo spazio sufficiente ad ampliare in maniera adeguata l'argomento da un punto di vista pratico. A chi volesse impiegare un vero oscilloscopio ed un vero generatore di segnali, posso consigliare di cercare degli strumenti usati all'interno di mercatini e fiere dell'elettronica oppure di acquistare uno strumento come il PoScope che molti di voi avranno sicuramente trovato pubblicizzato tra le pagine di Fare Elettronica e che, al costo di poco più di un centinaio di euro, consente di disporre di uno strumento che integri un oscilloscopio, un generatore di funzioni e un analizzatore di stati logici in uno stesso strumento direttamente interfacciabile in tutta sicurezza al PC. Alla fine della lettura di questo articolo, dedicato ai comparatori ad operazionali, e di altri analoghi che seguiranno e che saranno dedicati ad altri argomenti ed esperienze pratiche, dovreste essere in grado di replicare, con relativa semplicità, gli esperimenti di laboratorio proposti anche se siete alle prime armi. A tale proposito utilizzeremo sempre componenti comuni e facilmente reperibili in qualunque negozio di materiale elettronico.

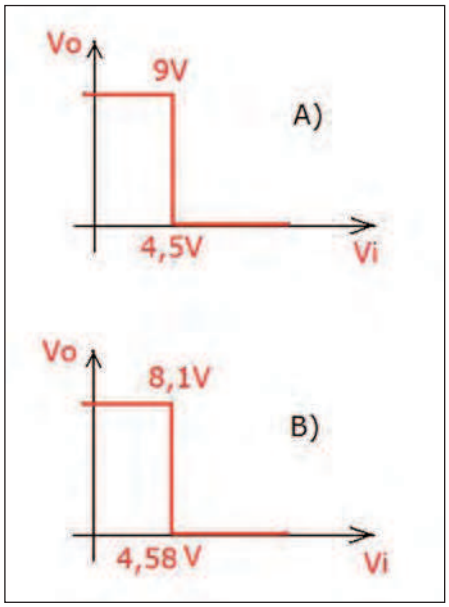


Figura 10: A) Caratteristica Vi-Vo ideale del comparatore invertente di figura 9 (si noti Vrif=4,5V); B) Caratteristica Vi-Vo reale del comparatore di figura 9 (si noti Vrif effettiva=4,58V).

I COMPARATORI

Al fine di non generare equivoci, precisiamo sin da subito che oggetto del presente articolo non sono i comparatori digitali, bensì i comparatori ad amplificatori operazionali. Per questo motivo diamo per scontato che il lettore conosca già le caratteristiche fondamentali di un operazionale. I comparatori sono circuiti che confrontano due livelli di tensione applicati ai loro due ingressi e forniscono un'uscita di livello alto o basso in funzione del risultato del confronto. Essi sono sostanzialmente composti da un amplificatore operazionale in anello aperto o in retroazione positiva (come accade per il trigger di Schmitt). L'elevata amplificazione dell'operazionale in catena aperta comporta commutazioni dell'uscita da uno stato all'altro estremamente rapide (tanto maggiore è l'amplificazione, tanto minore è la variazione di segnale in ingresso necessaria a produrre una variazione molto forte e, quindi, una variazione di stato di saturazione). Occorre sottolineare che l'impiego da comparatore dell'operazionale, proprio perché comporta una topologia circuitale ad anello aperto o in retroazione positiva, rappresenta un'appli-

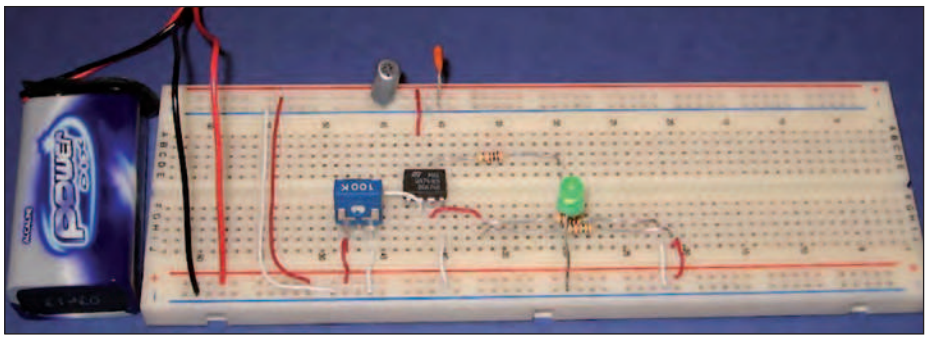


Figura 11: implementazione fisica su breadboard del comparatore non invertente con Vrif regolabile di figura 9 (vedi anche caratteristica Vi-Vo di figura 10).

cazione non lineare che nulla ha a che vedere con quella degli amplificatori lineari ottenuti retroazionando negativamente l'operazionale stesso.

UN PO' DI TEORIA

Gli amplificatori operazionali utilizzati come comparatori consentono di operare un confronto tra due segnali oppure tra un segnale ed un livello di riferimento in modo da fornire in uscita un livello di tensione alto pari alla tensione di alimentazione positiva, oppure basso pari a massa (in caso di alimentazione singola), oppure al livello di tensione negativa (in caso di alimentazione duale). Questo comportamento è legato al fatto che l'operazionale viene fatto funzionare in anello aperto oppure in anello chiuso con retroazione positiva.

Questo comporta, a causa dell'elevatissimo guadagno (che non viene abbattuto da una retroazione negativa), che sia sufficiente una tensione differenziale Vd (=V1-V2, vedi **figura 1**) molto piccola, anche dell'ordine del millivolt, per generare in uscita un valore di saturazione positiva o negativa. Questi ultimi in realtà, come vedremo con gli esperimenti che proporremo, si discostano sempre in qualche misura dai valori di alimentazione a causa della polarizzazione dei transistor che internamente compongono lo stesso operazionale.

In **figura 1** è riportato il simbolo di un operazionale la cui uscita è pari a V+ o V- a seconda del valore assunto dai due ingressi V1 e V2. La figura evidenzia come ai morsetti un comparatore possa essere visto come un dispositivo caratterizzato da due ingressi (morsetto invertente e non invertente rispettivamente) ed una uscita. Per il circuito di **figura 1**, approssimando l'amplificatore operazionale come ideale, valgono le seguenti relazioni:

V1>V2 allora Vo=V+
V1<V2 allora Vo=V-

dove V+ e V- sono le tensioni di alimentazione dell'operazionale. Un comparatore di questo tipo, utilizzato per confrontare un livello di tensione V2 con un valore V1 fisso, nel caso in cui V2 è tale che non possa mai assumere valori molto prossimi a V1, non pone particolari problemi di impiego. Se tuttavia V2 assume valori abbastanza prossimi al segnale di riferimento V1 e staziona per un certo periodo di tempo intorno ad esso, il circuito, in presenza di un rumore sovrapposto, presenta un comportamento instabile. Si pensi, per comprendere meglio il concetto, ad un circuito che rileva la temperatura ambientale attraverso un sensore di temperatura, trasformandolo in un livello di tensione secondo una certa legge di variabilità diretta.

E' facile comprendere come un circuito di questo tipo possa essere utilizzato per

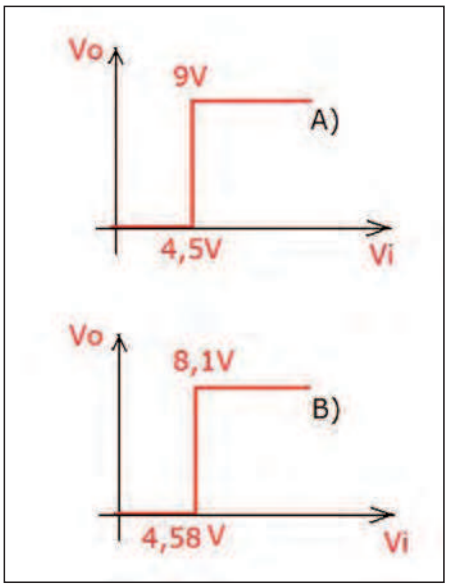
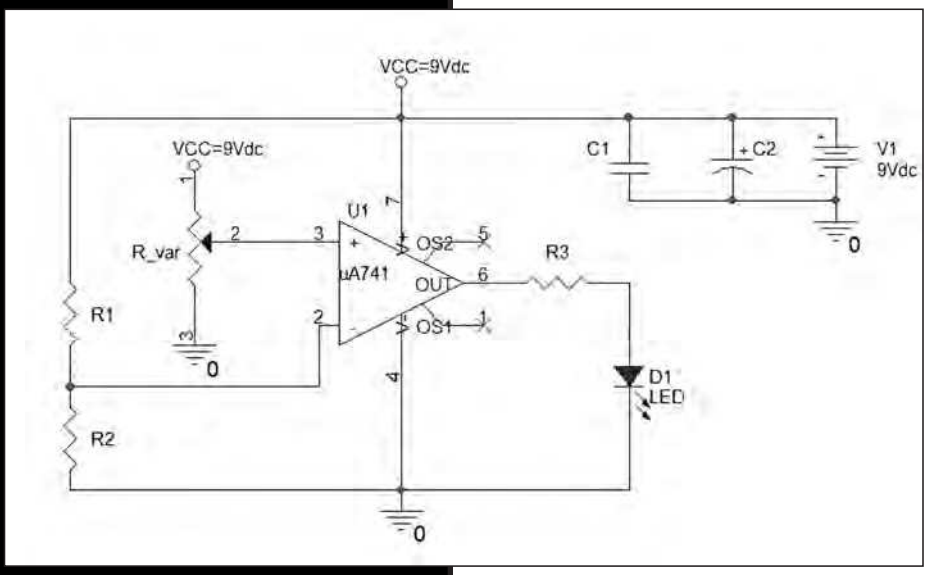


Figura 13: A) Caratteristica Vi-Vo ideale del comparatore invertente di figura 12 (si noti Vrif=4,5V); B) Caratteristica Vi-Vo reale del comparatore di figura 12 (si noti Vrif effettiva=4,58V).

Figura 12: implementazione circuitale del comparatore non invertente ad operazionale. Valore nominale di R1=R2=1,5kΩ, R3=1kΩ, R_var=100kΩ.



entra in un mondo di contenuti digitali

CLUB DELLE RIVISTE

E-BOOK

ANNATE IN PDF

fare elettronica DIGITAL EXTRA

il riferimento per tutta l'elettronica sul tuo PC o TABLET

E-BOOK

I migliori libri di elettronica in formato e-book.
Puoi leggere e stampare i capitoli o le pagine di interesse (ad alta risoluzione) e installare i software eventualmente trattati nei volumi.

ANNATE IN PDF

Le annate complete delle riviste Fare Elettronica, Firmware ed Elektor in comodi file zip navigabili o masterizzabili su CD o DVD completi di tutte le riviste (e relativi downloads) uscite nei vari anni, da non perdere!

CLUB DELLE RIVISTE

Scarica illimitatamente per un anno centinaia di articoli pubblicati sulle riviste Fare Elettronica e Firmware.

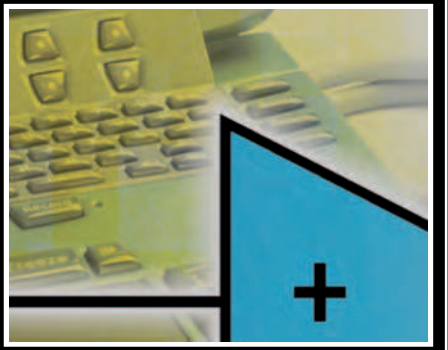
fare elettronica DIGITAL EXTRA

Monografie di elettronica in formato digitale: raccolte di progetti completi, CNC e microcontrollori.

www.ieshop.it

INWARE EDIZIONI

CODICE MIP 2806695



realizzare, ad esempio, un termostato, ossia un dispositivo che commuta un contatto per spegnere o accendere un apparecchio quando la temperatura supera un certo valore o scende al di sotto di esso. Se il segnale dovuto al sensore stazionasse intorno al valore di riferimento, il termostato, basato su un semplice comparatore, risulterebbe intrinsecamente instabile: il contatto si aprirebbe e si chiuderebbe ripetutamente in maniera incontrollata, anche a seguito di piccolissimi sbalzi di temperatura o di variazioni di livello di alimentazione, o in presenza di rumore e disturbi sovrapposti al segnale in ingresso **(figura 2)**.

Questo problema può essere risolto dotando il circuito comparatore di isteresi **(figura 3)**. Aumentando la distanza fra le due soglie, e quindi l'isteresi, si aumenta l'immunità del comparatore al rumore, ma si diminuisce la selettività dello stesso. Al contrario, diminuendo l'isteresi, e quindi la distanza tra le due soglie, si aumenta la selettività del comparatore, ma con una minore immunità al rumore.

Nella maggior parte dei casi, è tuttavia sufficiente una isteresi anche molto contenuta per eliminare praticamente del tutto l'effetto del rumore sovrapposto al segnale in ingresso. Il comparatore con isteresi, anche detto rigenerativo o trigger di Schmitt, presenta quindi una caratteristica Vi-Vo caratterizzata da due soglie che definiscono appunto il cosiddetto ciclo di isteresi **(figura 4)**.

Si faccia attenzione a non confondere la configurazione circuitale ora presentata con quella di un amplificatore lineare ad operazionale; la retroazione, infatti, è positiva, pertanto il circuito non è un amplificatore lineare ma, piuttosto, un circuito instabile che può trovarsi in ciascun istante solo in una delle due condizioni di uscita, coincidenti rispettivamente con tensione di alimentazione V+ oppure V-. In **figura 4** riportiamo la caratteristica di trasferimento del trigger di Schmitt invertente.

Se, infatti, la tensione in ingresso supera il valore Vd+, l'uscita si porta a livello basso Vomin=V-. A questo punto, se la tensione in ingresso diminuisce al di sotto di Vd+, l'uscita non commuterà nuovamente a V+ fino a che l'ingresso non scenderà al di sotto di Vd.

Se la tensione in ingresso continua a scendere, l'uscita rimarrà pari a V+, mentre se oscilla intorno a Vd- rimarrà ancora pari a V+. Per ottenere nuovamente la commutazione dell'uscita a V-, è necessario non solo superare Vd-, ma anche Vd+.

Ne consegue una sostanziale immunità al rumore in prossimità delle due soglie. Se si applicasse lo stesso ingresso riportato in **figura 2** ad un circuito a trigger di

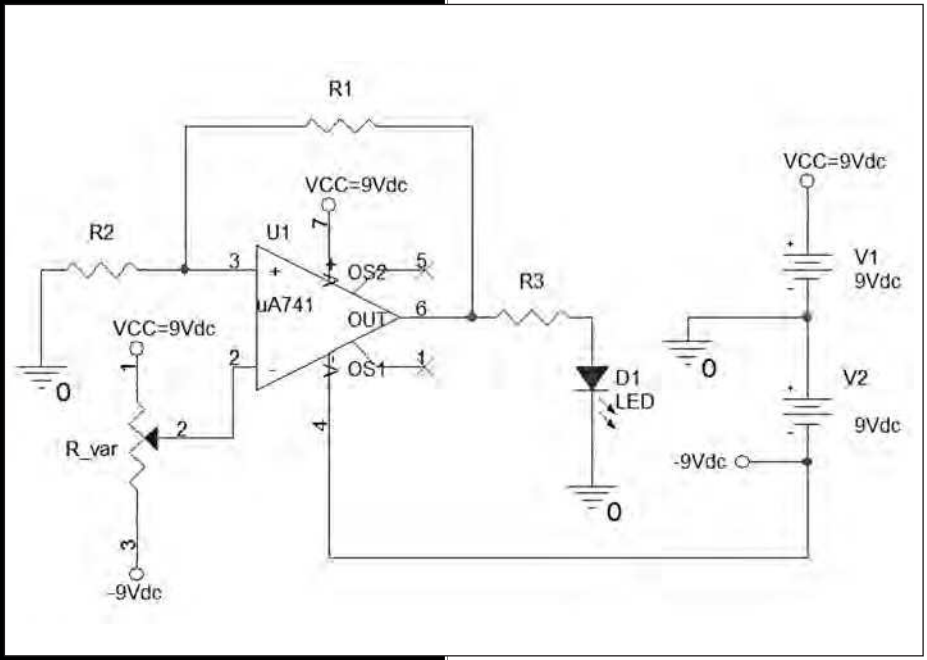


Figura 14: implementazione del Trigger di Schmitt invertente (vedi anche figura 15 e Figura 16). Valore nominale R3=1kΩ, Rvar=100kΩ.

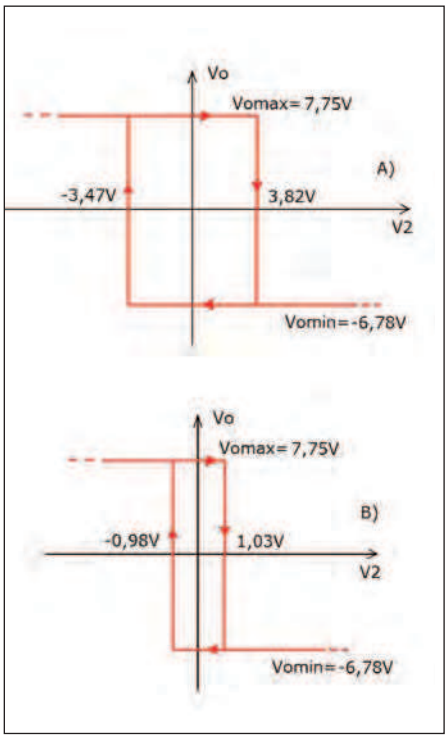


Figura 15: A) Caratteristica Vi-Vo del trigger invertente di figura 14 rilevata sperimentalmente per R1=R2=1,5kΩ; B) Caratteristica Vi-Vo del trigger invertente di figura 12, rilevata sperimentalmente per R1=10kΩ ed R2=1,5kΩ.

Schmitt, l'uscita non presenterebbe lo stesso comportamento instabile poiché verrebbero eliminati gli effetti di commutazione simili a rimbalzi instabili. Per il circuito di **figura 3** i due livelli di soglia sono dati dalle seguenti relazioni:

$$V_{D+}=R2V+ / (R1+R2)$$
$$V_{D-}=R2V- / (R1+R2)$$

A seconda che si desideri un comportamento invertente o non invertente del comparatore sarà necessario impiegare il pin opportuno come riferimento. Nel circuito di **figura 5**, ad esempio, viene utilizzato l'ingresso non invertente come riferimento e quello invertente come ingresso. Di conseguenza le relazioni che ne definiscono il comportamento sono le seguenti:

V1>Vref allora Vo=V-
V1<Vref allora Vo=V+

Al contrario, il circuito di **figura 6** rappresenta un comparatore non invertente poiché utilizza il morsetto invertente come riferimento. Il comportamento è esattamente opposto a quello della configurazione di **figura 5** ed è quindi definito dalle seguenti relazioni:

V1>Vref allora Vo=V+
V1<Vref allora Vo=V-

A questo punto non è difficile pensare a implementazioni reali di questi circuiti, per esempio, un circuito in cui il valore di riferimento è ottenuto come partizionamento della tensione di alimentazione **(figura 7)**. In altri circuiti comparatori, la tensione di riferimento può essere ottenuta, invece, attraverso un trimmer (comparatore a soglia variabile ed impostabile). Configurazioni di questo tipo sono molto diffuse in circuiti in cui si debbano eseguire delle tarature della soglia. In ogni caso, per ottenere un riferimento stabile, è importante che la tensione di alimentazione sia stabilizzata; diversamente qualunque instabilità di questa si ripercuoterebbe sul riferimento e, quindi, sul comportamento del comparatore.
Un altro aspetto che occorre sottolineare, relativo all'alimentazione, è il seguente: se si intende pilotare o attivare attraverso l'uscita del comparatore un determinato altro circuito è importante porre attenzione al tipo di alimentazione. Infatti, se l'alimentazione è singola **(figura 8)**, l'uscita sarà pari a 0V o V+, a seconda del valore di ingresso e del riferimento, mentre se è duale, questa sarà uguale a V+ o V-. Questi valori e la logica invertente o non invertente del comparatore devono essere compatibili con il circuito da attivare, diversamente è necessario interporre tra i due un adeguato stadio traslatore di livello.

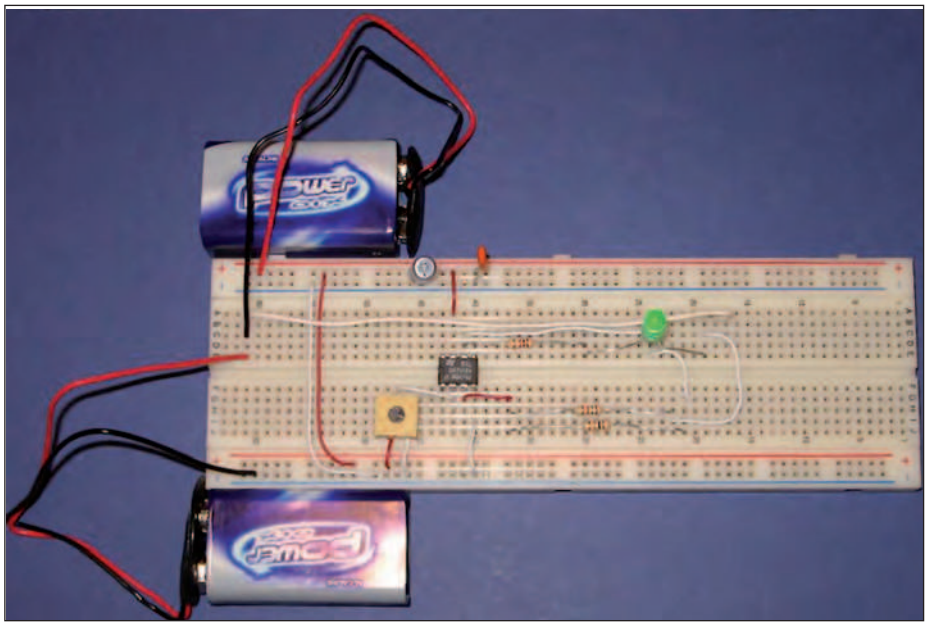


Figura 16: implementazione fisica su breadboard del trigger invertente di figura 14.

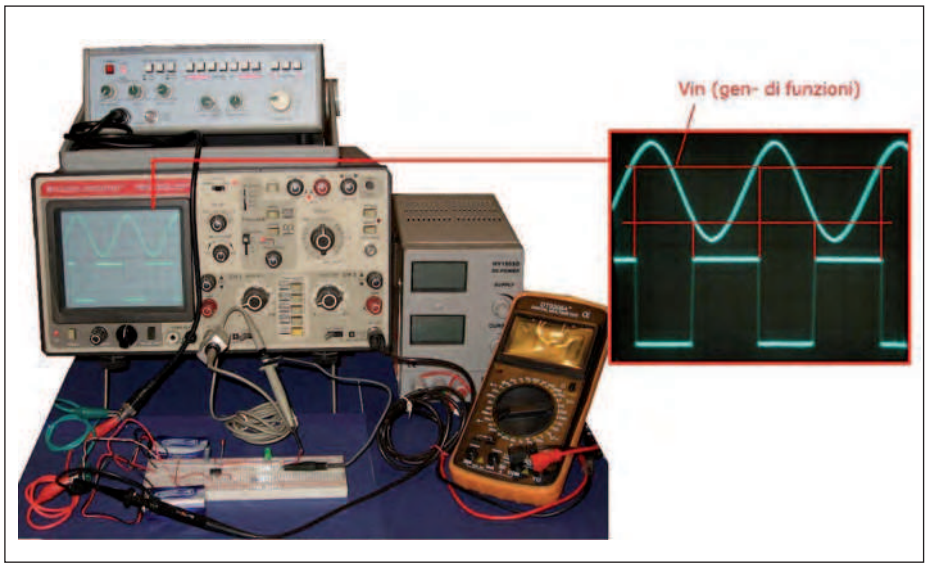


Figura 17: trigger di Schmitt impiegato come convertitore di una forma d'onda sinusoidale in una forma d'onda quadra.

ESPERIMENTI PRATICI

In questa sezione dell'articolo intendiamo presentare una serie di esperimenti pratici sui comparatori ad operazionali facilmente riproducibili. I primi esperimenti saranno condotti utilizzando semplicemente una breadboard, un operazionale, un led, qualche resistenza, un trimmer e, come sorgente di alimentazione, una o due pile a 9V come quelle generalmente usate per i telecomandi dei televisori. Successivamente, per una comprensione pratica dell'argomento più ampia, faremo

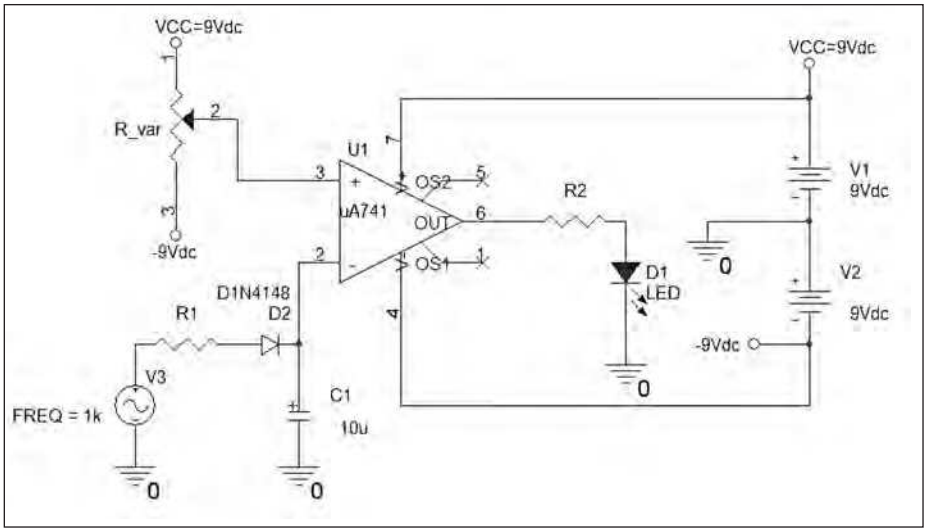
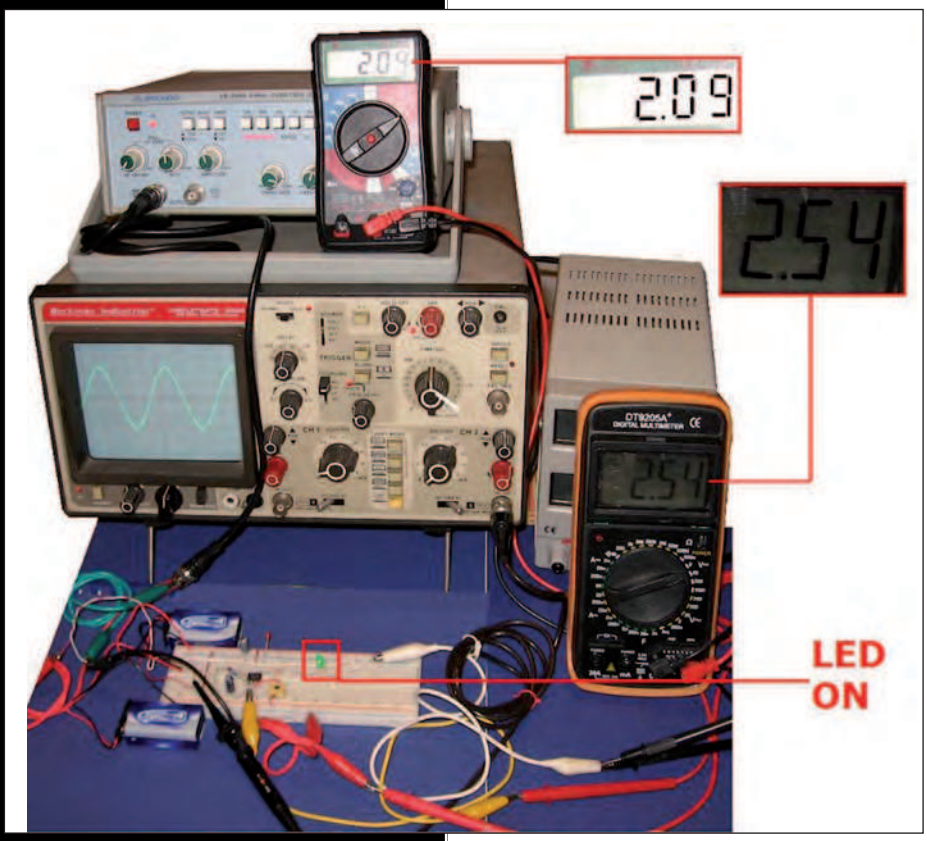


Figura 18: rivelatore di livello massimo (raddrizzatore e comparatore ad operazionale).

uso anche di un tester digitale, di un generatore di segnali e di un oscilloscopio analogico. Utilizzeremo volutamente, in ogni caso, strumenti dal costo complessivo estremamente ridotto: un tester di poche decine di euro, un generatore di funzioni di un centinaio di euro ed un oscilloscopio dello stesso valore, recuperati da un mercatino di elettronica. Questo per convincere i più scettici tra studenti e potenziali hobbisti che mettere su un piccolo laboratorio senza troppe pretese sia forse meno costoso di quanto si possa credere. Sui testi che trattano la struttura interna e le applicazioni degli operazionali, viene spesso preso a riferimento l'operazionale 741; anche per questo motivo negli esperimenti pratici che mostreremo, utilizzeremo proprio questo operazionale. In realtà, è opportuno sottolineare che se si impiegasse un LM358 oppure un TL082 otterremmo esperienze pratiche esattamente valide e, sostanzialmente, con gli stessi risultati. Qualunque dei suddetti operazionali decidiate di utilizzare per riprodurre l'esperimento, scaricate prima dal web i relativi datasheet in modo da prendere visione direttamente del relativo pin-out e delle relative caratteristiche elettriche. Al posto dell'LM358 potreste procuravi un LM324 che contiene operazionali esattamente identici, con l'unica differenza che, mentre il primo è un dual (contiene due operazionali), il secondo è un quad (ne contiene cioè 4). Analogamente, mentre il TL082 è un dual, il TL084 è un quad. Si tratta in ogni caso di integrati di semplice reperibilità.

Figura 19: banco di test del circuito di figura 18 con ingresso sinusoidale con picco pari a 2,09V e tensione di riferimento impostata a 2,54V (il led rivelatore in uscita è acceso).



ESPERIMENTO 1: comparatore invertente e comparatore non invertente

In questo primo esperimento vogliamo mostrare come sia facile rilevare la caratteristica Vi-Vo di un comparatore. Lo schema di **figura 9** riporta il circuito implementato. La realizzazione su breadboard è mostrata in **figura 11** mentre in **figura 10** è riportato il confronto tra la caratteristica Vi-Vo teorica e quella rilevata sperimentalmente. I valori nominali delle resistenze impiegate nel circuito risultano R1=R2=1,5kΩ, R3=1kΩ,

Il primo oscilloscopio mixed-signal low-cost!

Oscilloscopio, Analizzatore di spettro

Analizzatore Logico, Generatore Logico

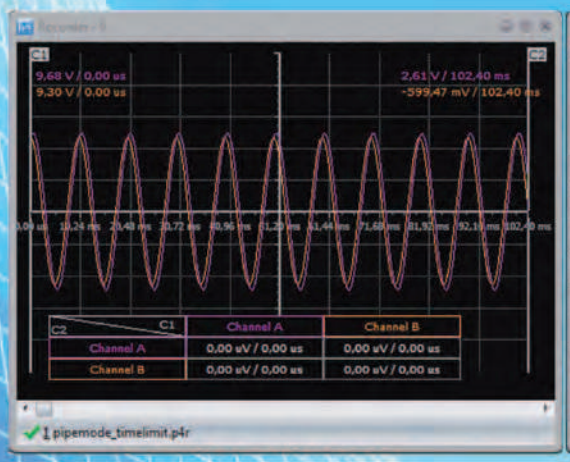
2+5 Canali analogici (12bit, 1MS/s)

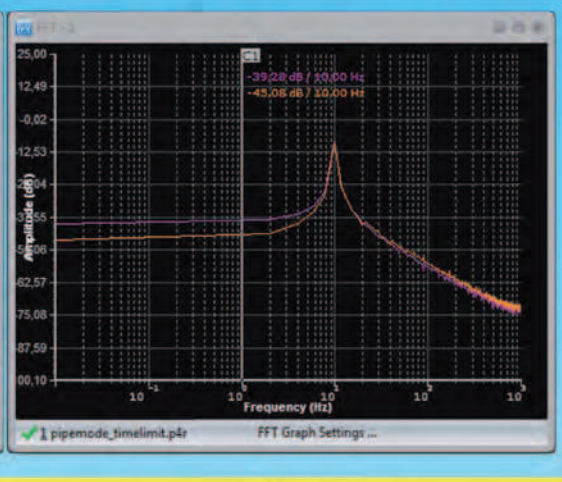
Generatore di onde quadre e PWM

Registratore Digitale

16 Canali Digitali

Aggiornamenti software gratuiti





Oscilloscopio ed analizzatore di spettro

Numero canali: 2+5
Frequenza di campionamento: fino a 1MHz
Memoria:
- Buffer di lettura: 1126 campioni/canale (1 canale), 563 campioni/canale (2 canali).
- Pipe di lettura: 64K campioni/canale (1 o 2 canali).

Massima tensione di ingresso: -20 ÷ +20 V
Risoluzione ADC: 12bits
Triggering:
- Assoluto (per fronti di salita/discesa)
- Differenziale (per differenza tra campioni consecutivi)
- Esterno (per fronti di salita/discesa di segnali TTL)

Funzionalità disponibili: Hamming, Hanning, Blackman, Blackman-Harris.

Analizzatore logico

Numero canali: 16 (8 se utilizzato il generatore logico)
Frequenza di campionamento: fino a 10MHz
Memoria:
- Buffer in lettura (Fs=4-8 MHz) 128 bit/canale.
- Buffer in lettura (Fs=2-2.66 MHz) 1160 bit/canale.
- Buffer in lettura (Fs<=1 MHz) 1544 bit/canale
- Buffer in lettura (in mod. concatenamento) 1 Mbit/canale.
- Pipe di lettura (Fs < 500KHz) 4K a 256 Mbit/canale.

Massima tensione di ingresso: 0 ÷ +5 V
Triggering: per fronti del segnale, maschere, impulsi persi, clock esterno.
Clock: interno/esterno

Registratore

Frequenza di campionamento: fino a 1MHz
Capacità massima di registrazione: 24 ore (Fs < 100 Hz)
Tensione d'ingresso: -20 ÷ +20 V (hardware 2 sub-band)
Risoluzione ADC: 12bits

Generatore logico

Numero canali: 8
Frequenza di campionamento: fino a 1MHz
Memoria: 4000 bit/canale
Tensione di uscita: "0" - 0 V, "1" - 3.3 V
Massima corrente in ingress/uscita: 10 mA

CODICE MIP 2806703

Novità! Il più economico isolatore USB!

PoScope mega1

Ordinali subito su www.ieshop.it/poscope

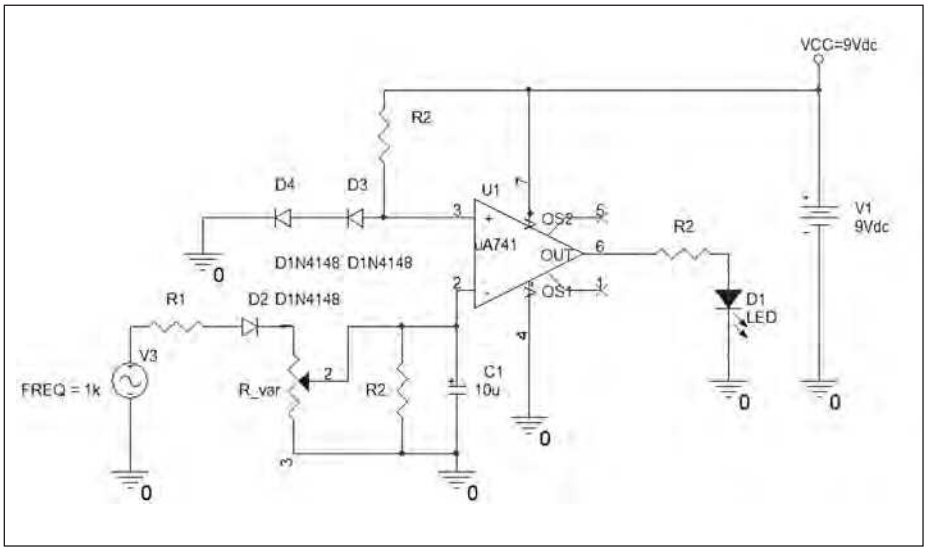


Figura 21: circuito rivelatore di livello massimo di un segnale variabile.

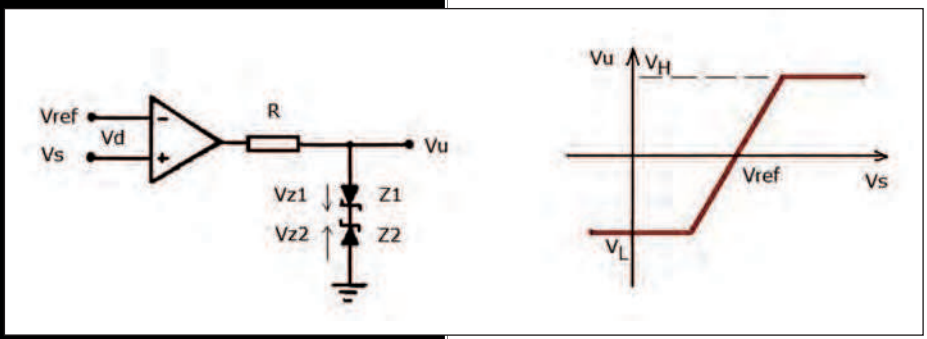
SPERIMENTO 3: trasformazione di una forma d'onda sinusoidale in un'onda quadra

Una semplicissima ma interessante applicazione di un comparatore o di un trigger di Schmitt è quella che consente di trasformare una forma d'onda sinusoidale o triangolare in una forma d'onda quadra della stessa frequenza. Il circuito di riferimento per questa esperienza è lo stesso mostrato in **figura 14**.
La forma d'onda fornita in ingresso al circuito è una sinusoide di 1KHz, ottenuta attraverso un generatore di segnale. In **figura 17** è mostrato il banco di test e sono evidenziate la sinusoide in ingresso e l'onda quadra in uscita.

ESPERIMENTO 4: rivelatore di livello massimo

Il circuito proposto in questo esperimento può essere visto come un rivelatore che indica il superamento di una certa soglia da parte del valore massimo del segnale variabile in ingresso. Il valore di picco viene rilevato attraverso un semplice raddrizzatore a diodo, mentre la soglia è impostata attraverso il potenziometro P1 **(figura 18)**. In **figura 19** è riportato il banco di test del circuito con i valori di tensione sottoposti a confronto, letti da due multimetri digitali. Sull'ingresso del circuito è applicato un segnale sinusoidale di frequenza pari a 1kHz che, raddrizzato, fornisce un valore di tensione misurata sul pin 2 del comparatore pari a 2,09V **(figura 19)**. Essendo il valore di soglia impostato attraverso il potenziometro a 2,54V, il led in uscita appare in ON.
Al contrario, se si aumenta il livello di picco della sinusoide in ingresso in maniera tale che il picco rilevato sia superiore al riferimento **(figura 20)**, il led si spegne. Lo spegnimento del diodo led in uscita si ha, in ultima analisi, quando il segnale in ingresso supera la soglia fissata. Utilizzando diversamente i due pin, invertente e non invertente, è ovviamente possibile dotare il circuito di una logica di segnalazione esattamente opposta. E' opportuno sottolineare che in tutti i circuiti fino ad ora presentati il valore di tensione di riferimento è legato al valore della tensione di alimentazione.
Se si vuole evitare tale dipendenza, è necessario impiegare riferimenti di tensione indipendenti dalle variazioni della tensione di alimentazione.
Per esempio, è possibile impiegare come riferimento dei diodi polarizzati in diretta oppure dei diodi zener polarizzati in inversa con tensione di zener opportuna, oppure ancora una combinazione dei

Figura 22: comparatore con limitazione del livello di tensione in uscita.



mentre la tensione nominale di alimentazione (singola) è pari a 9V. Il trimmer R_var consente di impostare a piacimento la tensione di riferimento, i pin 1 e 5 possono essere utilizzati per la regolazione degli effetti di offset e in questo caso sono lasciati per semplicità floating. I valori nominali delle resistenze e della tensione di alimentazione portano a definire la caratteristica Vi-Vo teorica riportata in figura 10A. Diversamente da quanto previsto in essa, la caratteristica rilevata sperimentalmente (figura 10B) presenta differenze dovute principalmente alla tensione di saturazione dell'operazionale che si discosta sempre, in una certa misura, da quella di alimentazione (8,1V<9V) e dalle tolleranze della reale tensione di alimentazione e dei valori ohmici dei componenti R1 e R2 rispetto a quelli nominali. Questi aspetti, nel caso particolare in esame, hanno portato a rilevare una tensione di riferimento pari a 4,58V, motivo per cui per la caratteristica Vi-Vo cambia stato proprio in corrispondenza di questo valore **(figura 10B).** La pendenza del tratto di commutazione della caratteristica è estremamente elevata grazie all'elevatissimo guadagno in anello aperto dell'operazionale e, quindi, approssimabile con un tratto verticale. E' interessante osservare che il banco di lavoro si riduce alla sola breadboard di **figura 11**. L'alimentazione è assicurata, infatti, dalla pila da 9V, mentre la lettura dello stato in uscita è assicurata dallo stato del led. Ovviamente, per rilevare in maniera quantitativa la caratteristica Vi-Vo **(figura 10)** è necessario dotarsi almeno di un multimetro.

ESPERIMENTO 2: rilievo della caratteristica Vi-Vo di un trigger di Schmitt

In uno dei paragrafi precedenti abbiamo discusso cosa sia un trigger di Schmitt e a cosa serva. Agendo in maniera analoga a quanto fatto con le precedenti prove sperimentali a riguardo dei comparatori, è possibile rilevarne la caratteristica Vi-Vo. Volendo ottenere una caratteristica simmetrica rispetto all'origine (e quindi rispetto ad entrambi gli assi), è necessario disporre di una alimentazione duale. Quest'ultima può essere realizzata utilizzando un alimentatore duale o, più semplicemente, due pile da 9V come quella impiegata nei precedenti esperimenti. Ancora una volta possiamo modificare il valore di tensione in ingresso impiegando un trimmer e possiamo rilevare il valore dell'uscita mediante un led. Attraverso l'impiego di in tester è possibile misurare tali valori in modo da utilizzarli per costruire la curva caratteristica Vi-Vo. Lo schema circuitale del trigger è riportato in **figura 14**, mentre l'implementazione pratica su breadboard è riportata in **figura 16**. In **figura 15** è invece riportata la caratteristica Vi-Vo rilevata sperimentalmente in due casi distinti. In **figura 15A** è riportata la caratteristica ottenuta per R1=R2=1,5kΩ. I valori teorici attesi per le due tensioni di soglia sono rispettivamente pari a 4,5V e -4,5V:

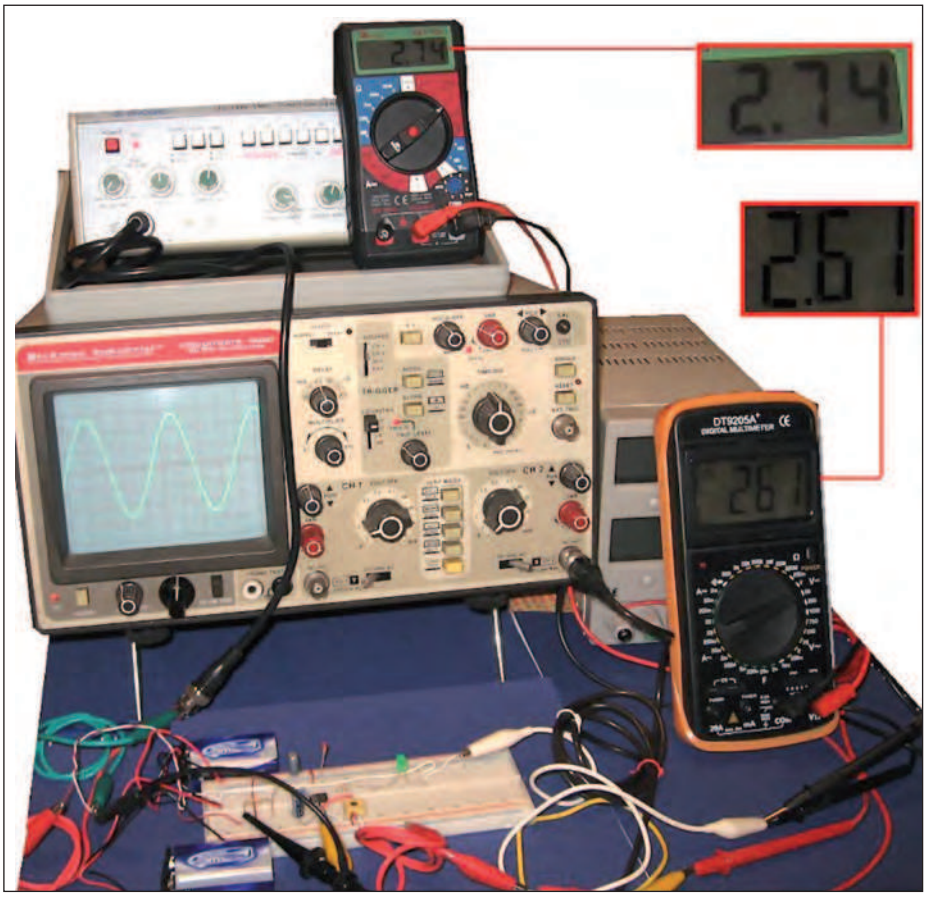


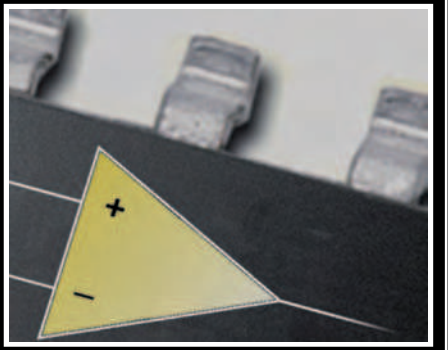
Figura 20: banco di test del circuito di figura 18 con ingresso sinusoidale con picco pari a 2,74V e tensione di riferimento impostata a 2,61V (il led rivelatore in uscita è spento).

$$V_{D+}=R2V+ / (R1+R2) = 4,5V$$
$$V_{D-}=R2V- / (R1+R2) = -4,5V$$

La differenza tra la tensione di alimentazione reale e quella nominale, e la non idealità del circuito, comportano una caratteristica Vi-Vo di fatto leggermente diversa da quella ideale per quanto attiene i valori delle due soglie ed i valori di saturazione in uscita. In figura 15B è, invece, riportata la caratteristica ottenuta per R1=10kΩ ed R2=1,5kΩ da cui è possibile calcolare i valori nominali teorici per le due tensioni di riferimento:

$$V_{D+}=R2V+ / (R1+R2) = 1,17$$
$$V_{D-}=R2V- / (R1+R2) = -1,17V$$

La differenza tra la tensione di alimentazione reale e quella nominale e la non idealità del circuito comportano, anche in questo caso, una caratteristica Vi-Vo leggermente diversa da quella ideale. In entrambe le caratteristiche è possibile rilevare tensioni di saturazione leggermente inferiori a quelle di alimentazione, come è tipico attendersi nella realtà sperimentale. In ogni caso, i calcoli mostrati ed il rilievo sperimentale delle curve Vi-Vo mostrano come, agendo opportunamente sulle resistenze R1 e R2, sia possibile controllare l'ampiezza della zona di isteresi lungo l'asse Vi.



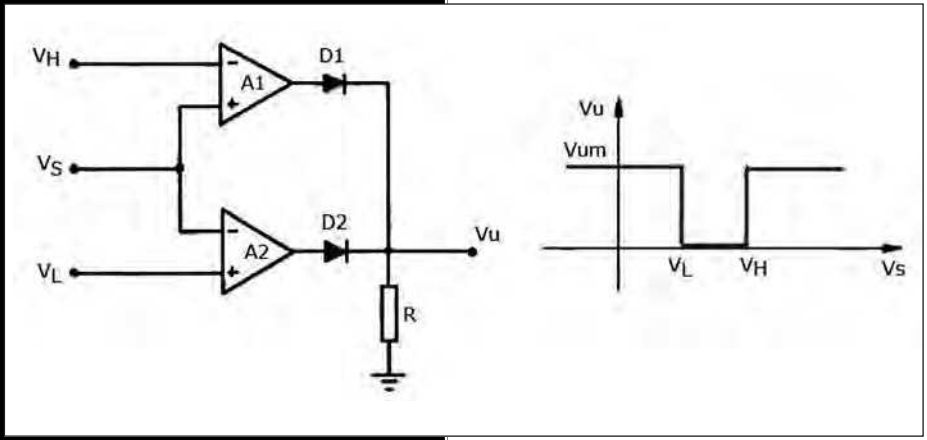


Figura 23: circuito comparatore a finestra con uscita bassa nell'intervallo VL-VH.

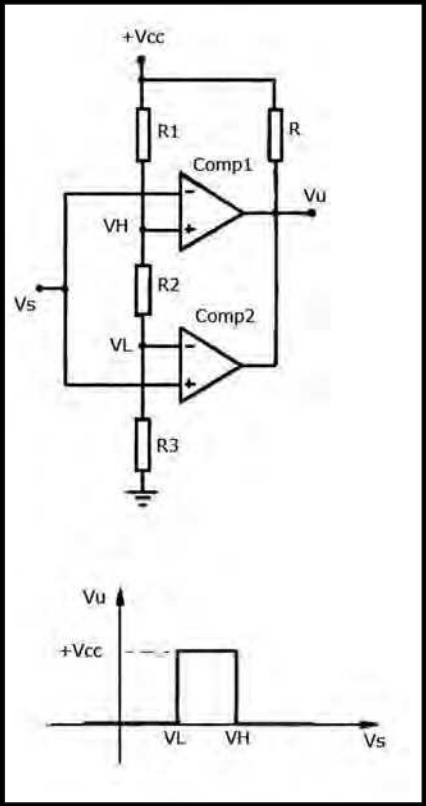


Figura 24: circuito comparatore a finestra con uscita alta nell'intervallo VL-VH.

due tipi di diodi. Facciamo osservare che a rigore il condensatore dovrebbe potersi anche scaricare per cui, in parallelo ad esso, è opportuna una resistenza di valore opportuno. Un esempio di circuito dotato di questi accorgimenti è quello mostrato in **figura 21**.
La tensione di riferimento è fissata dai diodi D1 e D3. Il condensatore C1 con la sua carica consente al segnale sul pin 2 di rimanere stabile entro un adeguato periodo di tempo, anche quando il valore istantaneo del segnale tende a diminuire, realizzando di fatto un rivelatore di picco. Il potenziometro consente di adeguare il segnale di ingresso al circuito. Agendo su di esso, è possibile impostare il livello di picco da rilevare. Questo consente, inoltre, di adattare il circuito ad un'ampia varietà di segnali in ingresso, purché variabili. Se si dota lo stesso potenziometro di una scala graduata opportunamente tarata, è possibile impiegare il circuito anche come misuratore dello stesso valore di picco del segnale in ingresso.
Ovviamente, il condensatore di disaccoppiamento della continua in ingresso deve essere sufficientemente grande rispetto alla frequenza del segnale applicato in modo da essere un circuito aperto per la continua ma sostanzialmente un corto circuito per la componente variabile del segnale.
Quando il segnale che si ritrova sul pin 2 scende circa al di sotto di 2V (valore fissato dai due diodi), il led in uscita è acceso, mentre quando sullo stesso piedino giunge un segnale superiore il led si spegne. Il rivelatore così ottenuto potrebbe essere utilizzato per pilotare un qualche altro tipo di circuito o attuatore in un sistema più complesso.
Per esempio, potrebbe essere utilizzato per rilevare il superamento di una certa soglia da parte del picco di un segnale audio (potreste fare questo esperimento utilizzando l'uscita di una piccola radio portatile e verificare cosa accade variando il volume o la posizione del cursore del potenziometro di impostazione del riferimento). Il banco di test su cui non ci soffermiamo è del tutto analogo a quello mostrato nelle **figure 19** e **20**.

VARIANTI E GENERALIZZAZIONE DEI CIRCUITI PROPOSTI

In questa sezione vogliamo proporre alcune varianti e generalizzazioni dei circuiti visti fino ad ora e che spesso possono risultare utili nella progettazione e che lo studente o l'hobbista nostro lettore potrà sperimentare direttamente, senza particolari difficoltà.

COMPARATORE CON LIMITAZIONE DELLA TENSIONE IN USCITA

La presenza di una coppia di diodi zener in uscita ad un comparatore ad operazionali **(figura 22)** consente di rendere il livello alto della tensione in uscita sostanzialmente indipendente dalla tensione di alimentazione. Questo circuito può, quindi, risultare utile quando il circuito comparatore è alimentato ad una tensione maggiore rispetto a quella accettabile dall'ingresso dello stadio circuitale che segue il comparatore.
Valgono in particolare le seguenti relazioni:

$$Vu=VD1+Vz2 \text{ se } Vs>Vref$$
$$Vu=-(VD1+Vz2) \text{ se } Vs<Vref$$

che derivano dal fatto che quando la tensione di ingresso è superiore alla tensione di riferimento l'uscita dell'operazionale è a livello alto e, pertanto, il diodo zener Z1 è polarizzato direttamente mentre Z2 è polarizzato in zona Zener. Al contrario, quando l'ingresso è inferiore alla tensione di riferimento, l'uscita dell'operazionale è a livello basso e, quindi, Z1 lavora in zona zener mentre Z2 è polarizzato direttamente. Vz1 e Vz2 sono le tensioni

Next Generation Intelligent LCDs

RISPARMIA TEMPO.
RISPARMIA DENARO.
RISPARMIA MANODOPERA.

Riduci significativamente i costi di sviluppo
Time-to-market ultra-veloce per le tue applicazioni

CODICE MIP 2806707

Per maggiori informazioni visita il sito **www.elettroshop.com/demmel** oppure chiama il numero **02/66504794**

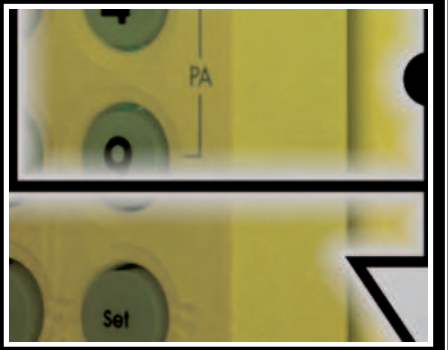


Figura 25: esperimento pratico con LM3915.

di zener, mentre Vd1 e Vd2 sono le tensioni di polarizzazione diretta dei due diodi (circa uguali a 0,7V). La resistenza R serve a limitare la corrente di uscita dell'operazionale e a fare lavorare gli zener correttamente.

COMPARATORI A FINESTRA

Come avrete intuito, è possibile implementare comparatori ad operazionali di diverso tipo a seconda delle specifiche esigenze. E' possibile, per esempio, implementare un comparatore in grado di rilevare quando un segnale è compreso in una finestra di valori e, quindi, tra due limiti prefissati. Il circuito assume la topologia di **figura 23**. Le due soglie VL e VH sono direttamente definite da appositi riferimenti di tensione che possono essere generati in modi disparati a seconda della specifica applicazione.

Appare a questo punto ovvio porsi il problema dell'implementazione di un circuito comparatore a finestra, che abbia una logica esattamente opposta **(figura 24)**. In questo caso **(figura 24)** non è difficile verificare che le relazioni Vi-Vo siano definite, oltre che dal grafico proposto, dalle seguenti due relazioni di soglia:

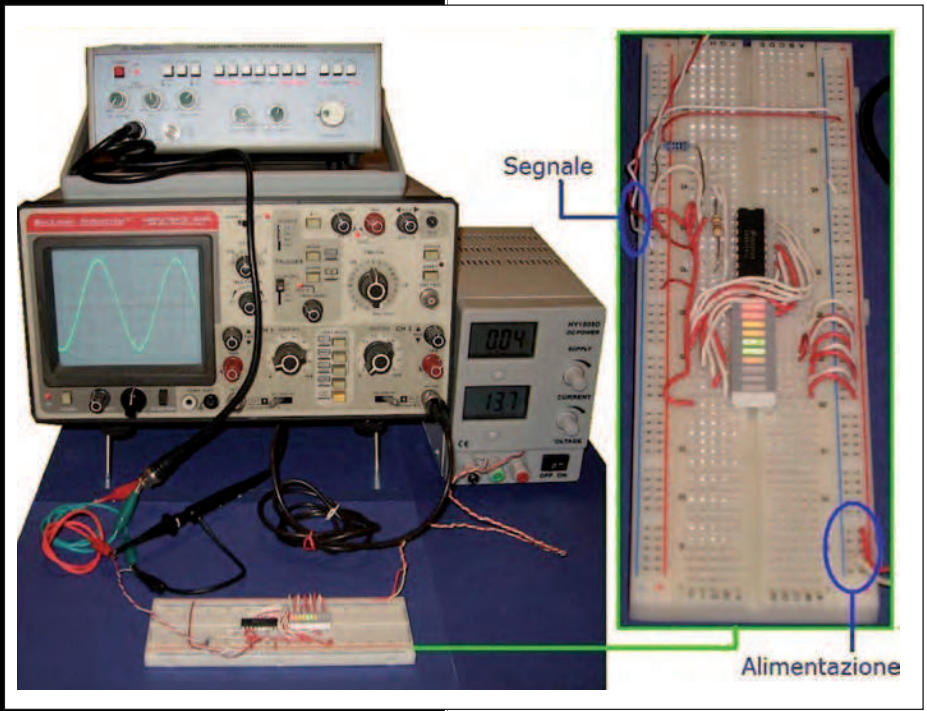
$$VH=Vcc(R2+R3)/(R1+R2+R3)$$
$$VL=Vcc(R3)/(R1+R2+R3)$$

Chiaramente non è difficile a questo punto pensare anche a circuiti comparatori dotati di più finestre.

GLI INTEGRATI LM3915 ED LM3914

Attraverso i comparatori è possibile realizzare una infinità di circuiti ed applicazioni elettroniche estremamente utili, tanto che esistono integrati come misuratori di livello e Vu-meter che integrano, per rendere disponibili le loro funzionalità, proprio delle serie di comparatori che commutano in numero via via crescente man mano che cresce il segnale applicato in ingresso. I famosissimi integrati LM3914 e LM3915 sono circuiti di questo tipo ed in passato essi, come altri analoghi, sono stati molto usati come Vu-Meter a led nelle apparecchiature audio. In figura 25 è riportato il banco di prova di un circuito elementare impiegante un LM3915 in cui si impiega una sinusoide ad 1kHz generata da un generatore di funzioni come ingresso del Vu-meter. L'LM3915 è connesso ad un bar-led che consente di osservare visivamente il funzionamento del circuito, del quale è riportato in figura 26 lo schema elettrico.

Se si limita la frequenza della sinusoide, per esempio ad 1Hz, appare evidente l'effetto di crescita e decrescita della barra luminosa a led. L'esperimento è di semplicissima riproducibilità (vedi schema di **figura 8**).



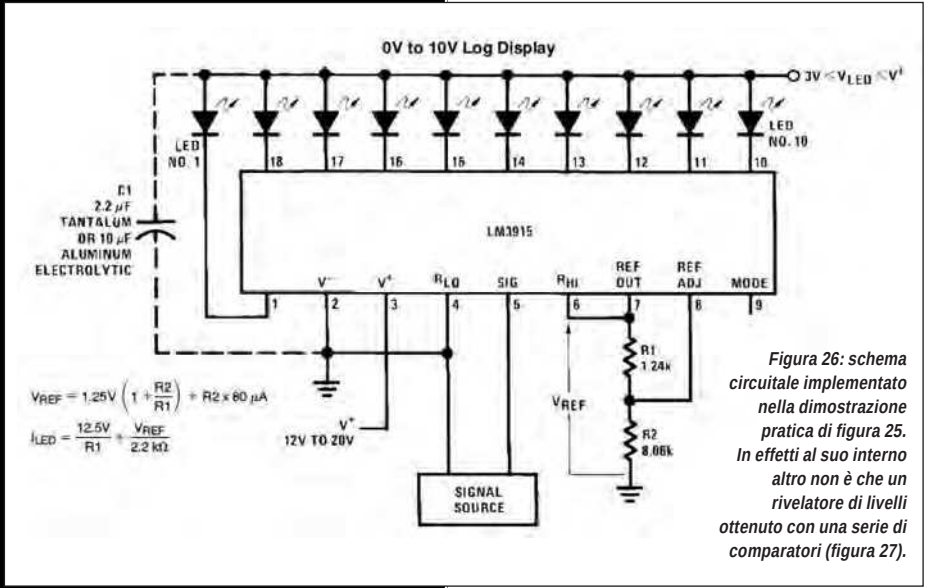


Figura 26: schema circuitale implementato nella dimostrazione pratica di figura 25. In effetti al suo interno altro non è che un rivelatore di livelli ottenuto con una serie di comparatori (figura 27).

RELÈ CREPUSCOLARE

Impiegando dei comparatori ad operazionali è facile realizzare un'infinità di applicazioni pratiche in cui, come abbiamo detto, sia necessario distinguere soglie anche multiple. Circuiti di questo tipo possono essere utilizzati per rilevare il livello di allerta di una grandezza fisica grazie all'impiego di opportuni sensori. Un esempio classico è quello del relè crepuscolare di cui riportiamo una possibile implementazione in **figura 28**. Si tratta di un relè crepuscolare a quattro livelli. Il fatto di utilizzare esattamente quattro livelli è legato a motivi di opportunità dovuti al fatto che molti operazionali sono disponibili in integrati dual o quad, per cui da un punto di vista pratico è comodo pensare a circuiti che abbiamo modularità 2 oppure 4. Man mano che la luminosità scende si percorrono quattro livelli che comportano l'accensione di altrettanti relè e quindi circuiti di illuminazioni. Questo consente di accendere un numero via via crescente di circuiti di illuminazione man mano che diminuisce la luminosità ambientale. Come sensore di luminosità è possibile utilizzare una comune fotoresistenza (FR1).

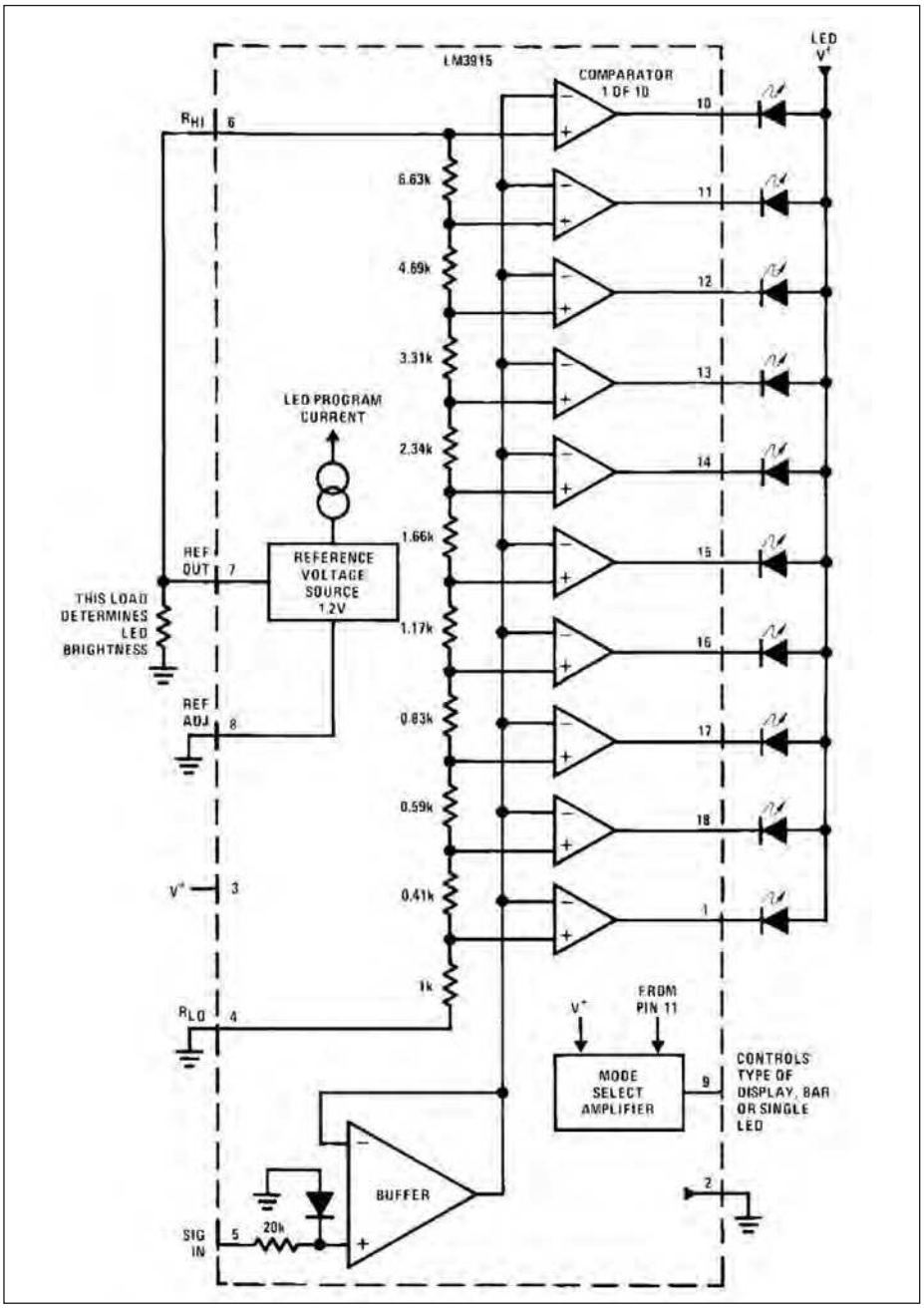


Figura 27: struttura interna di un LM3915.

La resistenza di quest'ultima diminuisce all'aumentare della luminosità ambientale, per cui la tensione ai capi di R2 cresce man mano che aumenta quest'ultima. Questa tensione è presente in ingresso ai quattro stadi comparatori simultaneamente. Ciascuno di questi, tuttavia, presenta come riferimento una tensione che è possibile regolare attraverso un trimmer. Agendo su di essi è, quindi, possibile fare in modo che i riferimenti di tensione siano uniformemente spaziati oppure spaziati diversamente. Ciascuno dei quattro comparatori è fondamentalmente un comparatore con isteresi, cosa che consente di ottenere un funzionamento del relè crepuscolare immune da rumore e disturbi. Una osservazione operativa molto importante che occorre fare è relativa alla posizione fisica della fotoresistenza. Quest'ultima, infatti, deve percepire la luce ambiente, ma non quella generata dalle stesse lampade dell'impianto di illuminazione. Se la fotoresistenza "vedesse" non la luce ambientale ma quella dovuta alle lampade, si verificherebbe un effetto di intermittenza dell'impianto di illuminazione, al sopraggiungere del buio il relè commuterebbe e le lampade si accenderebbero. La luce generata da queste ultime, tuttavia, farebbe cambiare lo stato della fotoresistenza e il relè spegnerebbe nuovamente le luci, il nuovo stato di buio le farebbe nuovamente accendere e così via. Si entrerebbe, quindi, in un ciclo intermittente che non consentirebbe al circuito di illuminazione di funzionare correttamente.

OSSERVAZIONI FINALI E CONCLUSIONI

Come il lettore avrà notato, abbiamo cercato di fornire una panoramica sufficientemente ampia sull'argomento sia da un punto di vista teorico che pratico e sperimentale. Abbiamo ritenuto molto importante fornire schemi circuitali e dimostrazioni pratiche di circuiti non particolarmente complessi ma aventi, piuttosto, un taglio didattico. Alla fantasia di ciascuno di noi il compito di modificarli ed arricchirli a seconda delle specifiche applicazioni in cui si intende utilizzarli. La speranza è quella di aver fatto cosa gra-

Figura 28: esempio di implementazione di relè crepuscolare a quattro livelli mediante l'impiego di comparatori ad operazionali in configurazione a trigger di Schmitt.

dita a quanti, come soprattutto studenti e hobbisti alle prime armi, apprezzano guide pratiche dirette ed efficaci su semplici, ma non meno rilevanti, argomenti di elettronica pratica. Per ovvi motivi di spazio non è stato possibile dimostrare analiticamente le relazioni matematiche proposte e nemmeno mostrare ulteriori circuiti applicativi ed esperimenti sull'argomento, né approfondire aspetti quali l'influenza sul comportamento di questi circuiti di fenomeni come quelli che riguardano gli offset e la loro compensazione. Varianti più o meno complesse dei circuiti proposti possono essere trovati in letteratura o progettati a seconda degli specifici usi. A chi ha già avuto modo di fare qualche esperienza con microcontrollori, ricordo che quasi tutti sono dotati di comparatori, a testimonianza di quanto, circuiti di questo tipo, siano importanti in elettronica. Concludiamo segnalando nella sezione "Riferimenti Bibliografici" i datasheet dei principali componenti utilizzati nelle esperienze pratiche proposte all'interno dell'articolo. ❑

CODICE MIP 2804785

fare elettronica

Vieni a trovarci su Facebook! siamo già più di 1200!!!

aggiornamenti e novità in tempo reale

articoli gratuiti per i fan

anteprime e anticipazioni

eventi

contatti con gli autori

inviaci i tuoi consigli e i tuoi commenti

condividi i contenuti con i tuoi amici

DIVENTA PROTAGONISTA DELLA TUA RIVISTA PREFERITA!

www.facebook.com/farelettronica

CODICE MIP 2806711

di IGINIO COMMISSO I2UIC

Pochi componenti e di semplice reperibilità sono il cuore di questo piccolo ma utilissimo strumento di misura

MILLIVOMETRO RF

Foto 1: foto frontale dello strumento.

Stavo costruendo e montando un convertitore per i 70 MHz ma non riuscivo a sintonizzare le bobine: non sapevo, cioè, su che frequenza fossero e, quindi, pur andando avanti e indietro con i nuclei, non riuscivo a giungere ad alcun risultato.
Mi venne dunque l'idea di costruire uno strumento che mi ha permesso di risolvere questo delicato problema, trovando la migliore capacità da mettere in parallelo e la giusta quantità di spire per ogni bobina, prima di montarle sul circuito finale.
Utilizzando un generatore variabile DDS esterno, è stato possibile portare in sintonia le bobine e, dopo averle montate, è stato sufficiente qualche piccolo ritocco finale al nucleo. Il sistema si basa su un generatore esterno che dà un piccolo segnale alla bobina da testare; il millivoltmetro rileva la variazione del segnale quando la bobina si sintonizza. Con lo stesso sistema si possono testare anche i quarzi, senza farli oscillare, sostanzialmente usandoli come filtri. In questo caso, però, bisognerà utilizzare uno step molto stretto del generatore, addirittura in Hz, per poterne apprezzare la selettività e per poter valutare una enorme escursione del segnale a sintonia avvenuta. Con lo stesso sistema, mi è stato possibile vedere anche la loro 3° armonica. Dopo aver fatto alcuni esperimenti, posso assicurare la buona funzionalità del sistema fino oltre i 100 MHz, unica accortezza sarà curare la lunghezza dei fili di assemblaggio. Vi è anche la possibilità di leggere i millivolt in corrente continua, grazie alla scala che presenta una moltiplicazione di 3,33/10, fino a un massimo di moltiplicazione di 100, ovviamente senza precisi riferimenti di tensione.
Le moltiplicazioni sono:
0,33/1/3,3/10/33/100.
Il cuore del circuito è composto da un comune amplificatore integrato operazionale LM 358, dai diodi al germanio di rivelazione per la radiofrequenza e da un commutatore a 6 posizioni, che con le relative resistenze ne determina l'amplificazione, visibile poi su un comunissimo microamperometro. Va precisato che il diodo D1 viene pre-polarizzato per far sì che non vi sia alcuna soglia nella lettura.
L'alimentazione è data da una semplice pila da 9 Volt, che avrà una durata estremamente lunga considerato il bassissimo consumo.

MONTAGGIO

La **figura 1** mostra lo schema elettrico, a cui segue il circuito stampato montato, **figura 2**, ingrandito di 2,5 volte (vedere anche **foto 2**). Il circuito stampato al naturale, adatto anche al trasferimento sul foglio blu, è rappresentato nella **figura 3**.

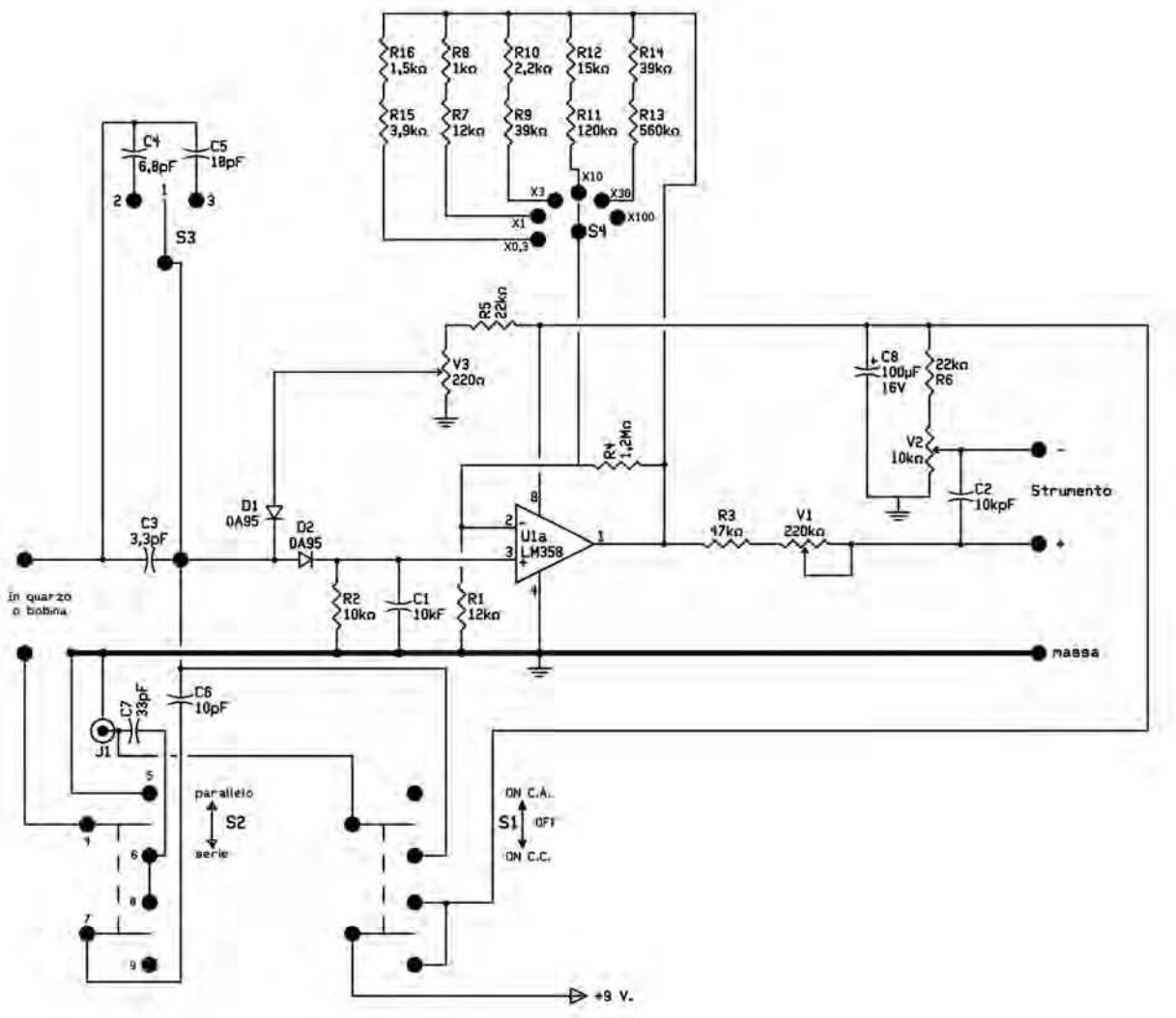


Figura 1: schema elettrico.

LISTA COMPONENTI

R1-7	12 kohm
R2	10 kohm
R3	47 kohm
R4	1,2 Mohm
R5-6	22 kohm
R8	1 kohm
R9-14	39 kohm
R10	2,2 kohm
R11	120 kohm
R12	15 kohm
R13	560 kohm
R15	3,9 kohm
R16	1,5 kohm
C1-C2	Condensatore ceramico 10 kpF
C3	Condensatore ceramico 3,3 pF
C4	Condensatore ceramico 6,8 pF
C5-6	Condensatore ceramico 10 pF
C7	Condensatore ceramico 33 pF
C8	Condensatore ceramico elettrolitico 100 uF 16 V
S1	Deviatore a levetta 3 pos. 2 vie
S2	Deviatore a levetta 2 pos. 2 vie
S3	Deviatore a levetta 3 pos. 1 via
S4	Commutatore 1 via 6 pos.
D1-D2	Diodi al germanio tipo 0A95
V1	Trimmer 220 kohm
V2	Trimmer 10 kohm
V3	Trimmer 220 ohm
Strumento milliamperometro da 200 mA f. s.	
J1	Connettore BNC da pannello
1 Contenitore adeguato (vedi articolo)	
1 Strip da 5 pin femmina	

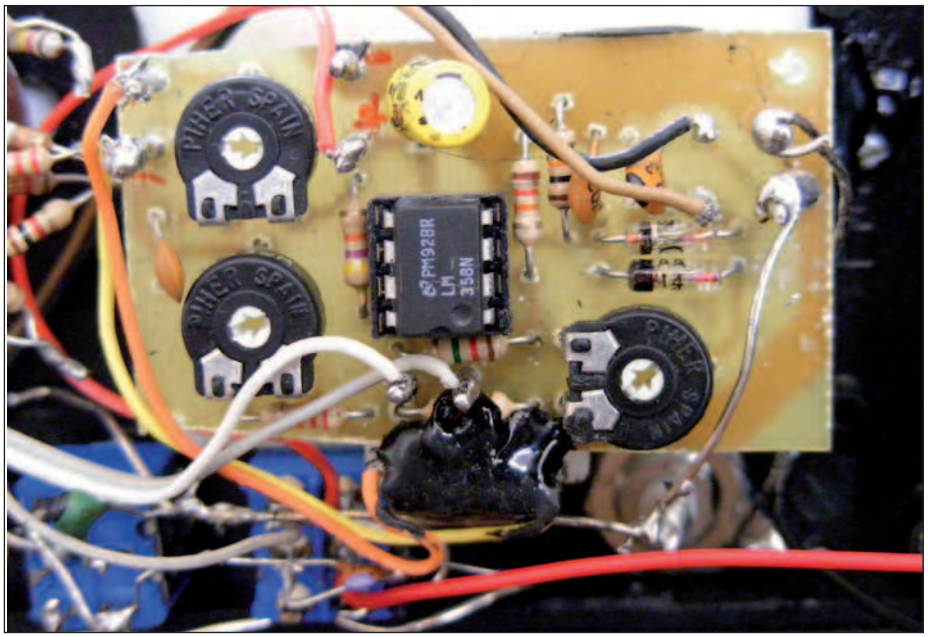


Foto 2: circuito stampato montato.

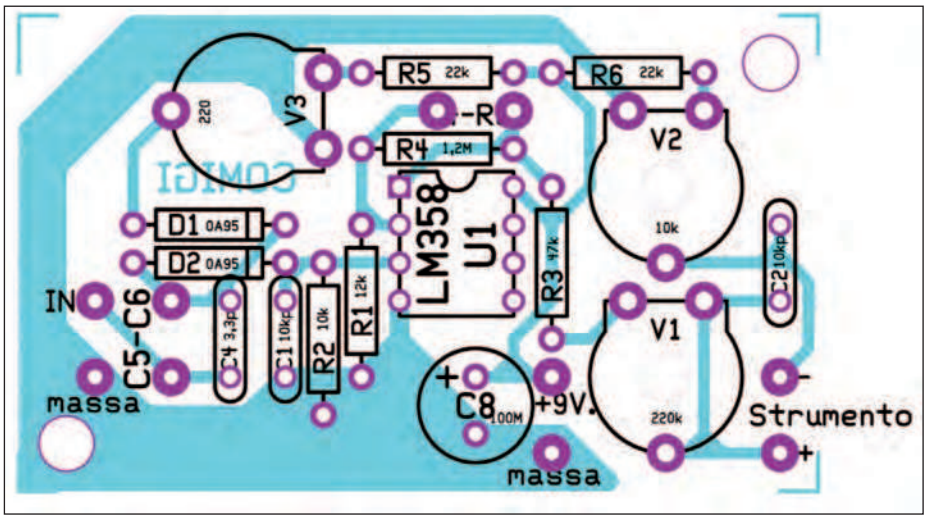
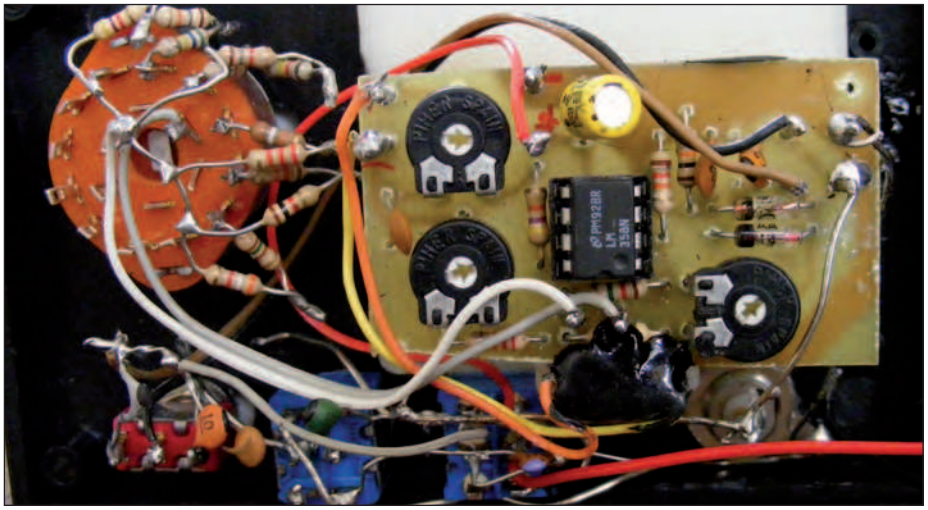


Figura 2: circuito stampato con i componenti, ingrandito 2,5 volte.



Il tutto viene raccolto in un contenitore di plastica di 120x72x62 mm e nel frontale, **figura 4**, ho stampato su un foglio autoadesivo in alluminio. Le resistenze, dalla R7 alla R16, vanno direttamente montate sul commutatore. Data la mia personale esperienza, vi consiglio di plastificare il risultato, così da prevenire la cancellazione provocata dal tempo. Come potete constatare, i materiali sono comuni e facilmente reperibili sul mercato; non vi è particolare attenzione al montaggio, visibile anche in foto. Per il collegamento con la bobina da testare, ho utilizzato uno zoccolo universale per i pin degli integrati, occupando parallelamente 5 posizioni.

TARATURA E COLLAUDO

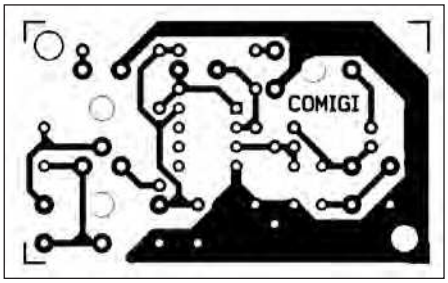
Ora non rimane che tarare i tre trimmer V1-V2-V3. Questi trimmer servono per le seguenti regolazioni:

- **V1** = regola il fondo scala dello strumento;
- **V2** = regola lo zero in mancanza di segnale;
- **V3** = regola lo zoccolo zero del segnale d'entrata.

Come già accennato, lo strumento serve anche per collaudare i quarzi, sia in parallelo che in serie, utilizzando il commutatore S. Per l'analisi delle bobine, ho saldato direttamente ai terminali il probabile condensatore di cui, se necessario, sarà cambiato il valore, insieme alle spire della bobina. Per far sì che il millivoltmetro funzioni, inoltre, sarà necessario un generatore RF, non necessariamente di alta precisione, ma certamente con emissione variabile, così da potersi adattare alle varie situazioni. Io ho utilizzato un ottimo generatore RF col sistema DDS: quando la bobina va in sintonia, si nota un rapido

Foto 3: interno dello strumento.

Figura 3: circuito stampato in dimensioni reali.



Una CPU più veloce e con più memoria?
E' arrivato il nuovo CUWIN5000!

CUWIN

CODICE MIP 2806715

Se hai bisogno di funzionalità sofisticate prova il CUWIN, un Touch controller rivoluzionario.

Programmabile in C++ o mediante un qualsiasi linguaggio .Net (C#, VB.Net, etc) per la creazione di applicazioni sofisticate che comprendono acquisizione dati, controllo di macchine, monitoraggio di sensori e addirittura reportistica web, solo per citarne alcune.

Più economico di un PC, e con maggiori prestazioni di un controller HMI Touch, prova il CUWIN, un touch controller rivoluzionario già utilizzato in migliaia di applicaizoni in giro per il mondo.

▶ CUWIN5200 ▶ CUWIN5500 ▶ CUWIN6300

- Samsung 2450 (533MHz) ARM Processor
- 128MB SDRAM / 128MB NAND Flash
- Windows® Embedded CE 6.0
- .Net Compact Framework 3.5
- Software Development: C++ or any .Net Language (C#, VB.Net, etc...)
- Ethernet 10/100Base-TX
- RS-232 x 3, RS-485 x 1
- USB 2.0 x 1, USB 1.1 x 1
- Audio (Line Out) / RTC
- Keyboard and Mouse (optional)
- CE, FCC, and KCC certified

elettroshop.com
brilliant electronics since 1998

via Giotto 7
20032 Cormano (MI)
tel. 02 66504794
info@eletroshop.com

www.elettroshop.com

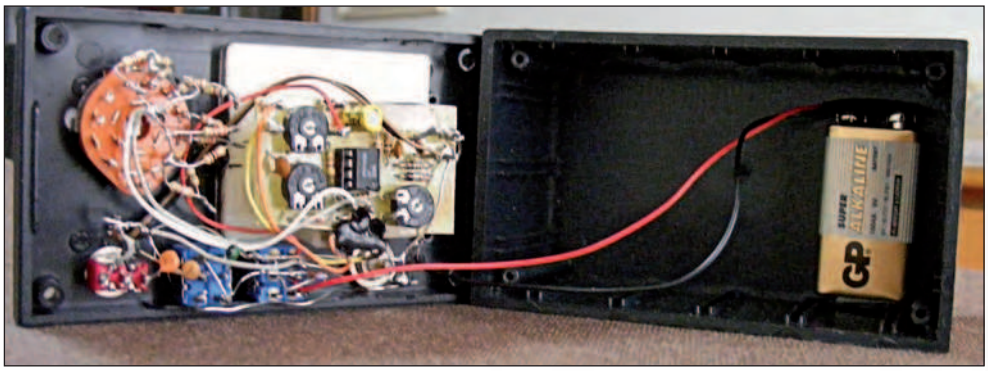
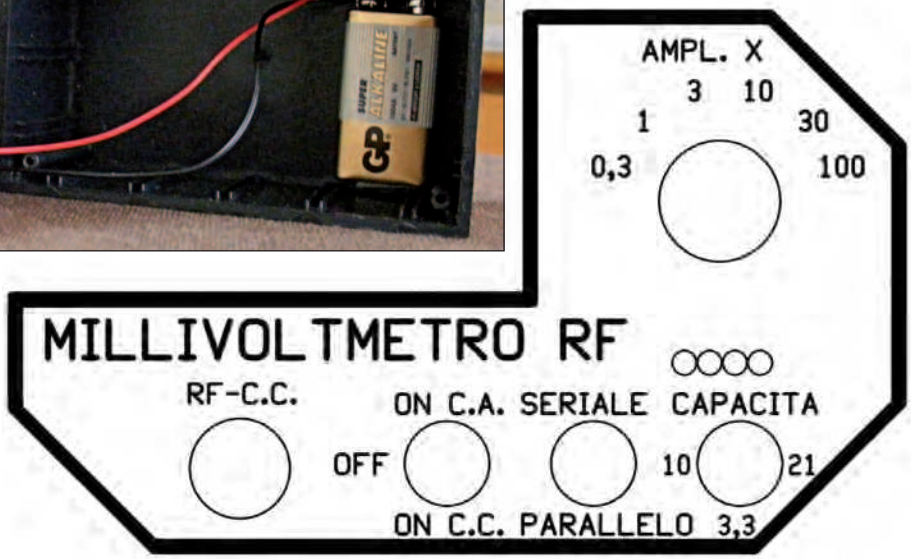


Figura 4: mascherina del frontale.

Foto 4: interno e retro.



aumento del segnale, fino al raggiungimento del massimo. E' proprio in questa fase che bisogna diminuire il segnale iniettato, così da rimanere nella scala del milliamperometro (è possibile diminuire tale segnale direttamente dal generatore oppure commutando il voltmetro in una minor amplificazione). Così facendo ho tarato le numerose bobine di un convertitore per i 70 MHz e ho notato i fenomeni pratici: l'aggiunta dello schermo in rame alle bobine, per esempio, necessario per evitare fenomeni interni di intermodulazione ed alterazione della selettività dei filtri, ha provocato un aumento della frequenza di sintonia. Per il controllo dei quarzi, ho potuto controllare la loro risonanza, che si rivela con un improvviso e potente picco molto stretto e, con lo stesso sistema, è stato possibile vedere anche le relative armoniche. In questo caso, un generatore di precisione con lettura digitale permette di vedere l'esatta frequenza del quarzo, oltre a trovare le esatte capacità. Infine, questo stesso strumento può essere utilizzato anche per misurare tensioni in corrente continua. Un sistema di questo genere insegna nuove cose che permettono di accrescere la propria conoscenza elettronica, senza dover fronteggiare il problema di spazio: date le dimensioni molto contenute di questo millivoltmetro, sarà semplice da sistemare in un angolo del vostro laboratorio, che in genere non abbonda mai di spazio libero. Tornado alla taratura, innanzitutto, bisogna cominciare a tarare i vari trimmer che riguardano il milliamperometro. Si comincia con V2, facendo in modo che l'ago sia perfettamente a zero in mancanza di segnale, quindi immettendo un segnale e commutando S4 per farlo andare oltre fondo scala, con V1 si riporta l'ago esattamente a fondo scala. Tale regolazione potrà poi essere leggermente influenzata dallo stato di carica della batteria. Resta ora da regolare V3 fino a far spostare leggermente l'ago dallo zero in mancanza di segnale. In questa condizione, se vi fosse un minimo segnale, i diodi rivelatori D1-D2 lo segnalerebbero subito e non aspetterebbero i 0,4-0,6 volt di soglia. Per il resto, è sufficiente trovare l'amplificazione più adatta con il commutatore S4, riducendo il segnale o l'amplificazione man mano che si sintonizzano le bobine. ❑

Foto 5: strumento in fase di collaudo con il generatore.

CODICE MIP 2804805

convertitori USB-seriale

compatti, performanti e convenienti

MULTI-1U
Convertitore USB 1.1 a **1 Porta** RS232 o 422/485

MULTI-2U
Convertitore USB 1.1 a **2 Porte**
RS232 o 422/485

MULTI-8U
Convertitore USB 1.1 a **8 Porte**
RS232 o 422/485

MULTI-4U
Convertitore USB 1.1
a **4 Porte**
RS232 o 422/485

CODICE MIP 2806719

SystemBase

Per maggiori informazioni visita il sito **www.elettroshop.com** oppure chiama il numero **02/66504794**

di LUCA STANZANI

Diamo voce ad Arduino - *(parte seconda)*

Shield *per* ARDUINO

Chi non ha mai sognato di possedere un computer parlante? Con il modulo audio presentato, questo è possibile! Potrete dare indicazioni vocali sul movimento, dare istruzioni all'utente per l'utilizzo di una apparecchiatura, generare suoni d'effetto differenziati per la segnalazione di situazioni/eventi, creare una guida acustica per non vedenti, creare ancora gadgets, giochi, intrattanimento con effetti sonori. Il tutto comandato da Arduino. In questa seconda parte vedremo come realizzare lo Shield per Arduino e vedremo un esempio di programma

La scheda qui presentata, è uno Shield che, collegato alla scheda Arduino 2009, permette l'utilizzo del modulo sonoro LPM11162 **(figura 2)** già ampiamiamente descritto nel precedente numero, a cui si rimanda per la descrizione. Il prototipo è stato montato utilizzando una scheda prototipo Proto Shield V.4. Facendo riferimento allo schema elettrico di **figura 9**, si possono notare le seguenti sezioni: uno stadio alimentatore, uno stadio di interfaccia per adattamento dei livelli tra il processore Arduino e il modulo LPM11162, il modulo audio, uno stadio amplificatore, due led di segnalazione e un pulsante di reset del processore.

Alimentatore: stadio analogo a quello del modulo di programmazione, l'unica differenza è nella versione dell'integrato LM317 che, in questo caso, è la versione in contenitore TO92 **(figura 3)** in grado di erogare 100mA, sufficienti ad alimentare il modulo LPM11162. La tensione di ingresso è derivata da quella di +5V fornita dalla scheda Arduino 2009.

Interfaccia per adattamento livelli: il modulo LPM11162 funziona con una tensione di alimentazione di +3.3V e anche le comunicazioni seriali e i segnali di reset e busy sono e devono essere a questa tensione, il processore Arduino ha una logica a +5V.

Per questo motivo, è necessario adattare i livelli uscenti ed entranti dal modulo. Per quelli entranti (RX-Reset), è sufficiente un partitore realizzato con due resistenze che abbassano la tensione. Per quelli

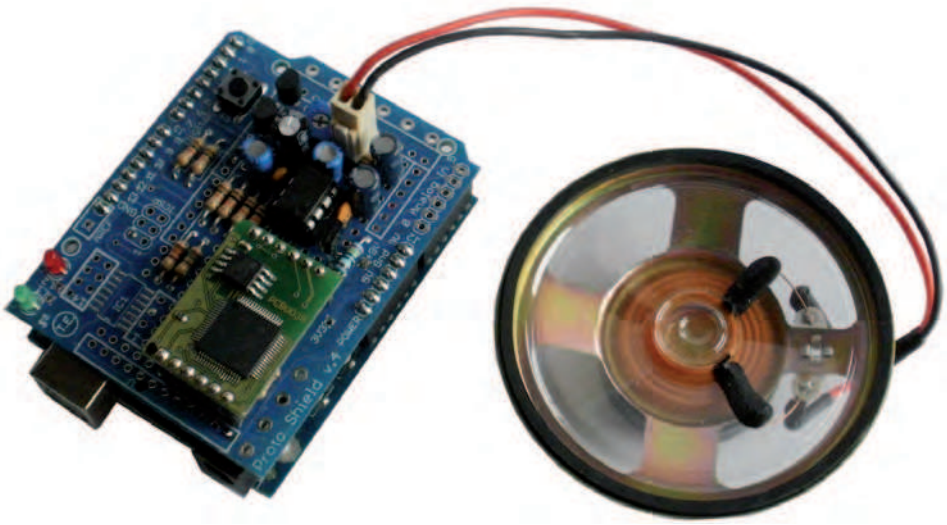


Figura 1: Shied LPM11162.

Figura 2: scheda di riproduzione per Arduino.

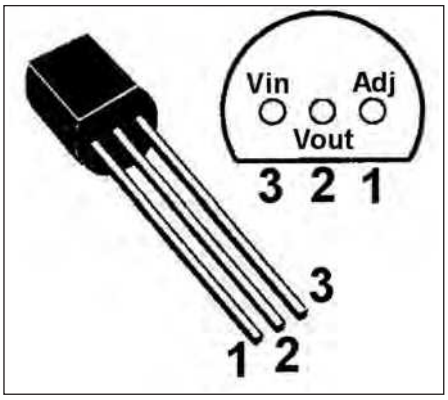


Figura 3: piedinatura dell'integrato LM317LZ.

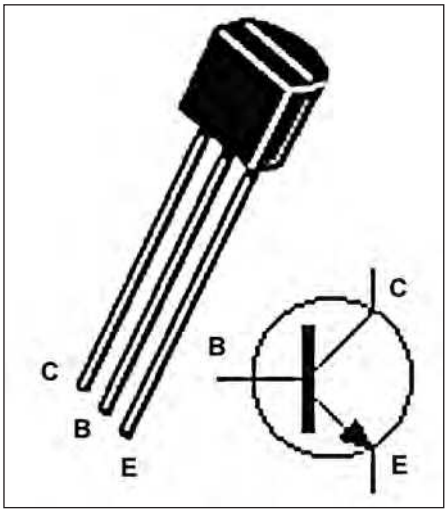


Figura 4: piedinatura del transistor BC337.

uscenti, si sono utilizzati due transistor BC337 **(figura 4)** che "trasferiscono" il segnale dalla tensione di + 3.3V a +5V.

Il modulo LPM11162: il modulo audio LPM11162 **(figura 5)**, è connesso al processore Arduino tramite la porta UART, i cui livelli di tensione sono opportunamente adattati. L'uscita analogica è collegata all'amplificatore audio. Per la programmazione dei file wav si dovrà utilizzare l'interfaccia descitta nel precedente numero.

Stadio amplificazione: è analogo a quello della scheda del modulo di programmazione, trattata nel numero precedente della rivista, in quanto basato sull'integrato LM386 **(figura 6)**, alimentato tramite la tensione Vin, il volume può essere variato agendo sul trimmer, al quale si rimanda per la descrizione sempre sul numero precedente di Fare Elettronica.

Led di segnalazione: sono disponibili due led **(figura 7)** connessi alle porti digitali 5 e 6 del processore Arduino, ogni led ha una propria resistenza limitatrice.

Pulsante di reset: sulla scheda è presente il pulsante S1 **(figura 8)** connesso alla linea di RST del processore Arduino.

REALIZZAZIONE PRATICA

Il montaggio potrà essera fatto sia su delle speciali schede prototipo create per questo scopo, come visibile in **figura 10**, sia realizzando un apposito circuito stampato. Se si optasse per la

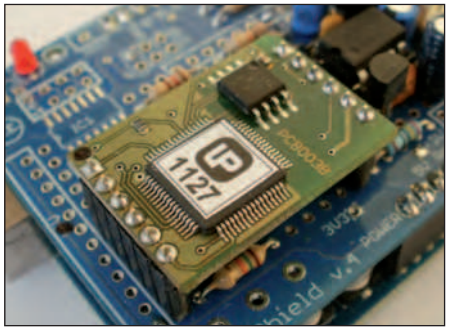


Figura 5: il modulo LPM11162.

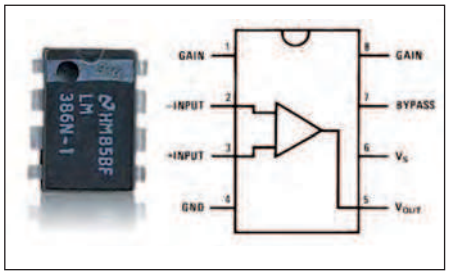


Figura 6: piedinatura e dettaglio dell'LM386.

realizzazione di un apposito circuito stampato, si potrà scaricare, dal sito di Fare Elettronica, il file in PDF che riporta la traccia in scala 1:1. Per la sua realizzazione, si utilizzerà una basetta in vetronite (monofaccia) di dimensioni 68x53mm circa **(figura 11)**, il metodo potrà essere quello della fotoincisione o del trasferimento termico utilizzando i cosiddetti fogli blu (PRESS-N-PELL). Una volta inciso il rame, si verificherà in controluce o mediante l'utilizzo di un multimetro che non vi siano cortocircuiti, soprattutto tra le piste più vicine. Si passerà quindi alla foratura della stessa, utilizzando principalmente una punta da 0,8 mm, mentre se ne utilizzerà una dal diametro di 1.2 mm per i connettori. Quindi si posizioneranno e salderanno i componenti seguendo lo schema riportato nella **figura 12**. Per la saldatura si utilizzerà un piccolo saldatore a punta fine, della potenza di circa 25-30 W. S'inizierà dai cinque ponticelli, proseguendo con le resistenze, lo zoccolo dell'integrato IC3, il pulsante e i condensatori, controllandone l'orientamento. Si proseguirà con i transistor, il trimmer e, infine, con le 4 file di pin-strip e la morsettiera per l'altoparlante. Terminata la saldatura, si potrà inserire l'integrato IC3 e il moduli

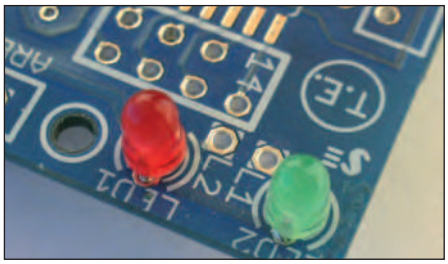


Figura 7: led di segnalazione.

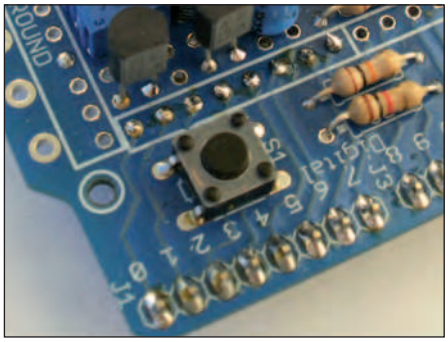


Figura 8: pulsante di RESET.

IC2, facendo attenzione all'orientamento. Si è così concluso in montaggio della scheda **(figura 13)** e si può passare ora al suo collaudo. Per fare questo, occorrerà collegare l'altoparlante che deve avere la potenza di 0,3W e inserendo la scheda nei connettori della scheda Arduino.

SCHEDA ARDUINO

Arduino è una piattaforma hardware per il physical computing, sviluppata all'Interaction Design Institute di Ivrea, un istituto fondato dall'Olivetti e da Telecom Italia. Il team di Arduino è composto da Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis. Arduino è basata su una semplicissima scheda di I/O e su un ambiente di sviluppo che usa una libreria Wiring per semplificare la scrittura di programmi in C e C++ da far girare sulla scheda. La piattaforma hard-

LISTA COMPONENTI

R1,R4,R6,R7,R8,R9	10k 1/4W
R2	240 1/4W
R3	390 1/4W
R5	15k 1/4W
R10	1k 1/4W
R11	1k5 1/4W
R12	120 Trimmer
R12	150 1/4W
R14	10 1/4W
TR1	10 k trimmer
C1,C2,C4,C6,C7,C9	10µF elettrolitico verticale 35VI
C3, C5	100nF Multistrato
C8	100µF elettrolitico verticale 35VI
C10	47nF Ceramico
IC1	LM317L
IC2	LPM11162
IC3	LM386
T1, T2	BC337 transistor NPN
LED1 (busy)	Led Ø3 mm Rosso
LED2 (play)	Led Ø3 mm Verde
RESET	Pulsante da CS
AP	Connettore a due poli
Digitale 0-7	Pin-strip maschio1X08
Digitale 8-13	
Power	Pin-strip maschio 1X06
Analog	Pin-strip maschio 1X06

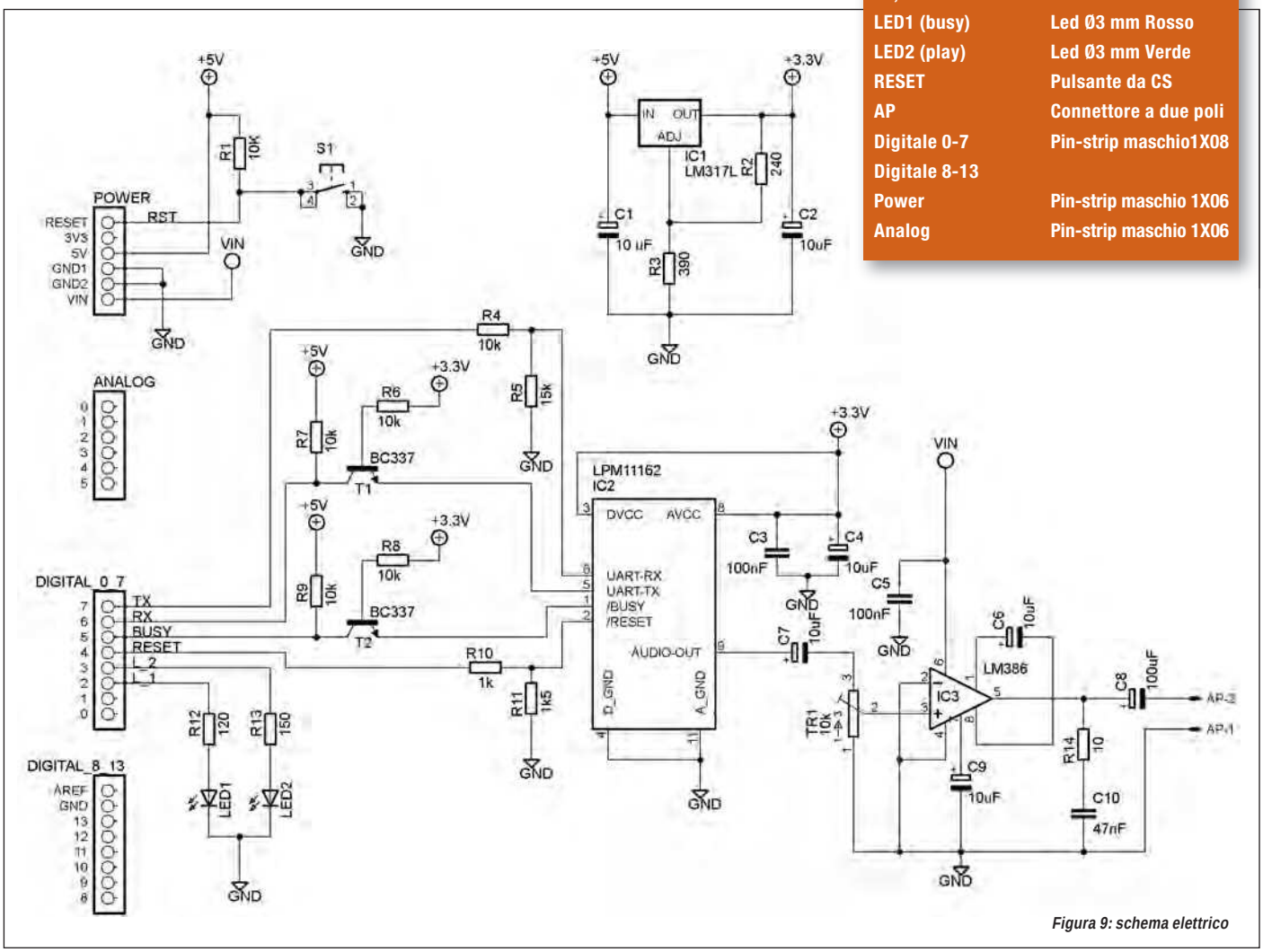
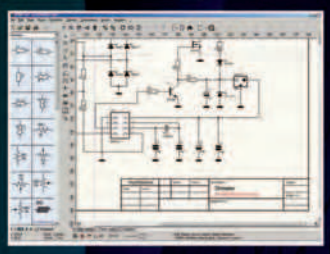


Figura 9: schema elettrico

Progettazione elettronica
facile per tutti!

sPlan 7.0

Programma per disegnare gli schemi elettrici.



Solo € 47,88

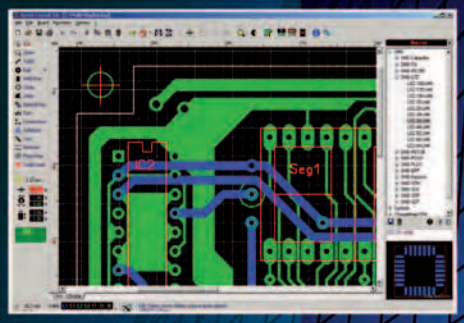
Front Designer

Programma per disegnare i pannelli frontali

Solo € 47,88

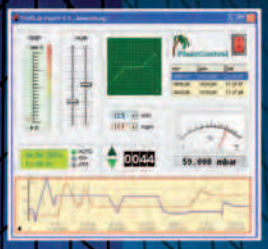
Sprint-Layout 5.0

Con Sprint-Layout è possibile disegnare il proprio PCB in modo facile e veloce.



Solo € 47,88

ProfiLab-Expert 4.0



Il software ProfiLab-Expert permette di sviluppare i propri progetti di misurazione digitale o analogica.

Solo € 119,88

Prezzi IVA inclusa

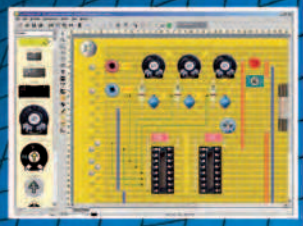
AudioWave 2.0

Con AudioWave 2.0 la propria scheda audio diventa un confortevole generatore di segnale LF che genera segnali da 1Hz a 20 kHz con una risoluzione di 1Hz.

Solo € 35,88

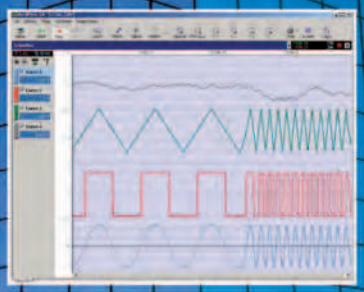
LochMaster 3.0

LochMaster 3.0 è uno strumento di sviluppo per la progettazione di boards. Possiede utili funzionalità per disegnare, documentare e testare una board.



Solo € 47,88

Real View 3.0



RealView è un'applicazione di misurazione che registra e traccia i valori acquisiti da dispositivi hardware analogici in tempo reale. Diverse curve possono essere tracciate in un singolo diagramma.

Solo € 47,88

PUOI ORDINARE I SOFTWARE ABACOM SUL SITO www.ieshop.it/abacom
oppure telefonando allo 02 66504755

CODICE MIP 2806723

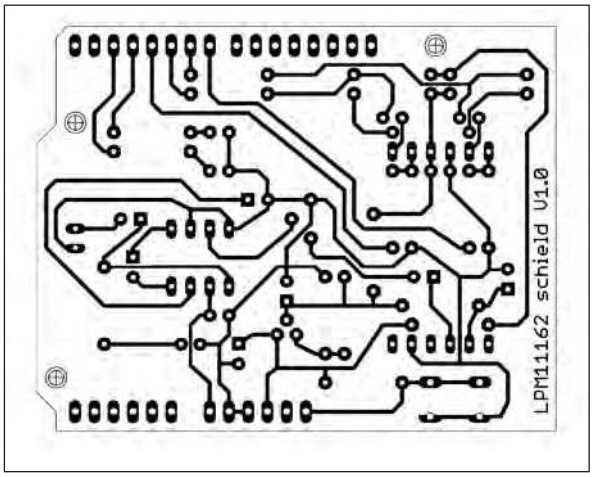


Figura 11: circuito stampato.

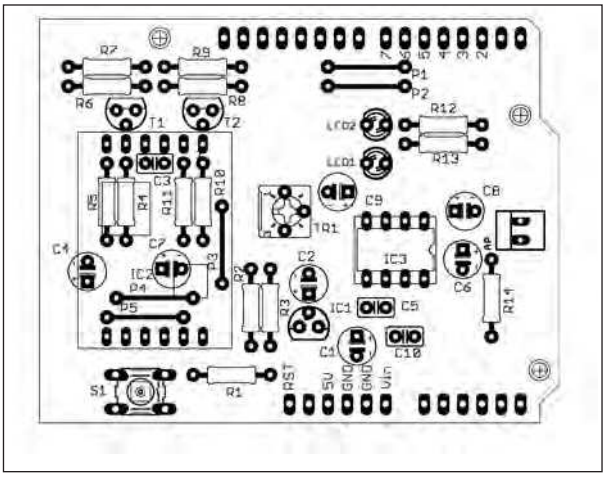


Figura 12: piano di montaggio dei componenti.

LISTATO 1 - Programma di test

```
/*
Programma:Test_lpm11162_v1.pde
Versione: 1.0
Collaudo modulo LPM11162
di Adriano Gandolfo
 */
#include <NewSoftSerial.h>
#include <LPM11162.h>
LPM11162 AudioModule;

void setup()
{
  //Begin parameters: rx pin, tx pin, reset pin, busy pin, baudrate.
  AudioModule.begin(6, 7, 4, 5, 9600);
  pinMode (3, OUTPUT);              // Pin 3 LED Play-verde
  pinMode (2, OUTPUT);              // Pin 2 LED Busy-Rosso
}
void loop()
{
  digitalWrite(3, LOW);             // Spegne led Verde
  digitalWrite(2, LOW);             // Spegne led Rosso
  AudioModule.volume(50);           //Imposta il volume al 50%
  AudioModule.play("rosso.wav");    // Pronuncia frase
  delay (2000);                     // Pausa per completamento frase
  digitalWrite(2,HIGH);             // Accende led rosso
  delay (500);
  AudioModule.play("verde.wav");    // Pronuncia frase
  delay (2000);                     // Pausa per completamento frase
  digitalWrite(3,HIGH);             // Accende led Verde
  delay (2000);
}
```

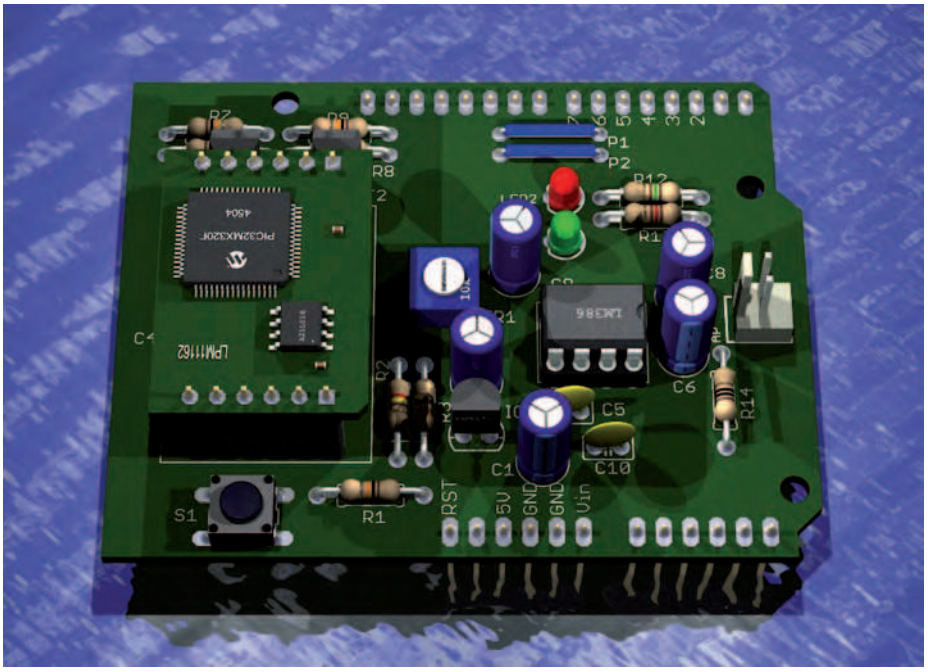


Figura 13: rapresentazione della scheda in 3D.

ware Arduino è distribuita agli hobbisti generalmente in versione pre-assemblata, acquistabile su www.ieshop.it/arduino, ma le informazioni sul progetto hardware sono rese disponibili a tutti, in modo che chiunque lo desideri possa legalmente costruirsi un clone o una versione modificata di Arduino. La scheda Arduino Duemilanove oppure l'ultima nata Arduino UNO **(figura 14)** si basano sul processore ATmega 328. La scheda presenta 14 piedini input/output digitali (di cui 6 utilizzati come uscite PWM), 6 input analogici, un oscillatore di cristallo a 16 MHz, una connessione USB, un ingresso per l'alimentazione, un ICSP header (In-Circuit Serial Programming) ed un bottone di reset. Per iniziare è sufficiente connetterla ad un computer con un cavo USB oppure tramite un alimentatore AC-DC o una pila.

Guarda il video con la scheda in funzione!

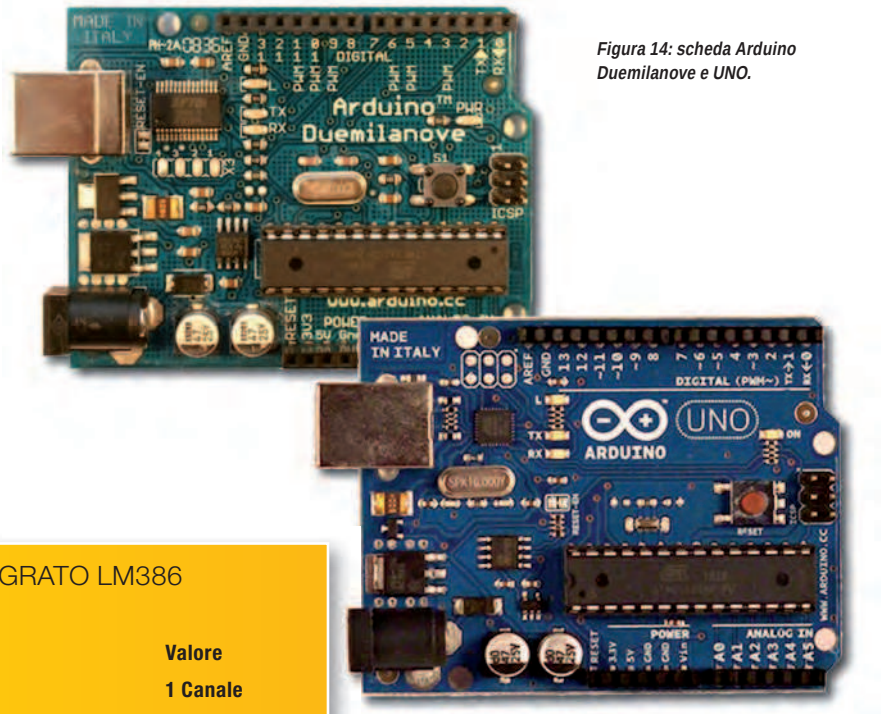


Figura 14: scheda Arduino Duemilanove e UNO.

TABELLA 1 – CARATTERISTICHE DELL'INTERGRATO LM386

Parametro	Valore
Canali	1 Canale
Tensione di alimentazione	6 V
Gamma tensione di alimentazione	4-18 V
Potenza @ 8Ohm, 1%	THD 0,25 Watt
Potenza @ 8Ohm, 10%	THD 0,325 Watt
Rapporto di reiezione della tensione di alimentazione (in inglese Power supply rejection ratio, PSRR)	50 dB
Fattore di distorsione	0,25%
Range Temperatura	0÷70 °C

Nove possibili combinazioni dei pin del microcontrollore per l'accensione dei LED.

L'AMBIENTE DI SVILUPPO

L'ambiente di sviluppo Arduino **(figura 15)** contiene un editor di testo per scrivere il codice, una zona messaggio, una console di testo, una barra degli strumenti con pulsanti per le funzioni comuni e una serie di menu. Permette di collegarsi all'hardware Arduino per caricare i programmi e comunicare con esso. I pro-

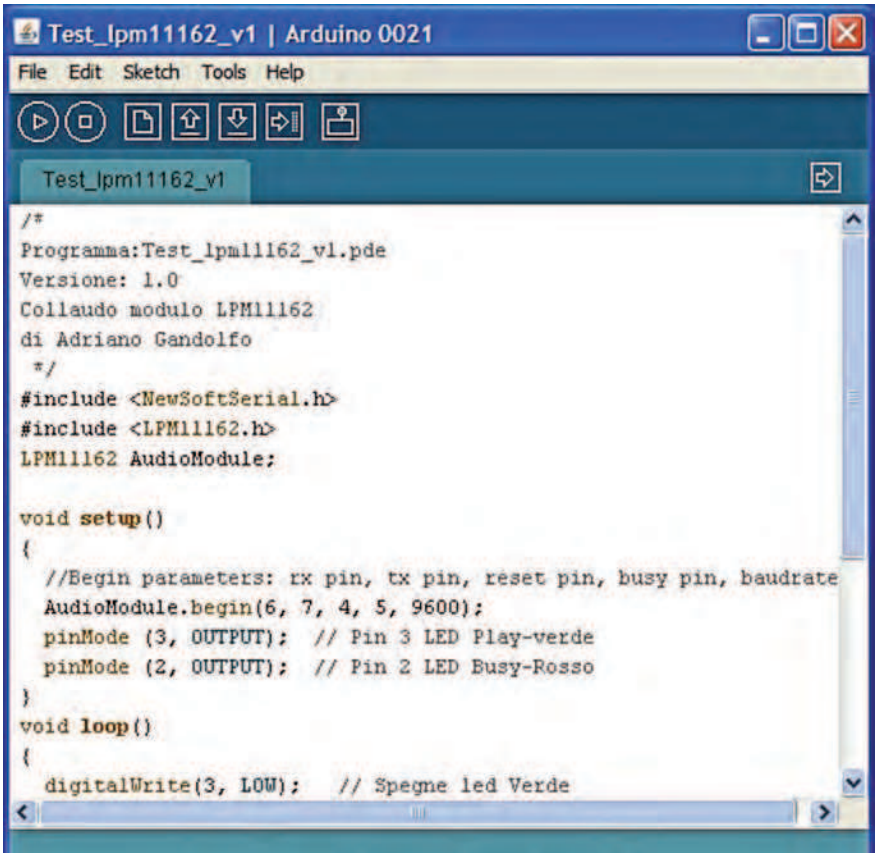
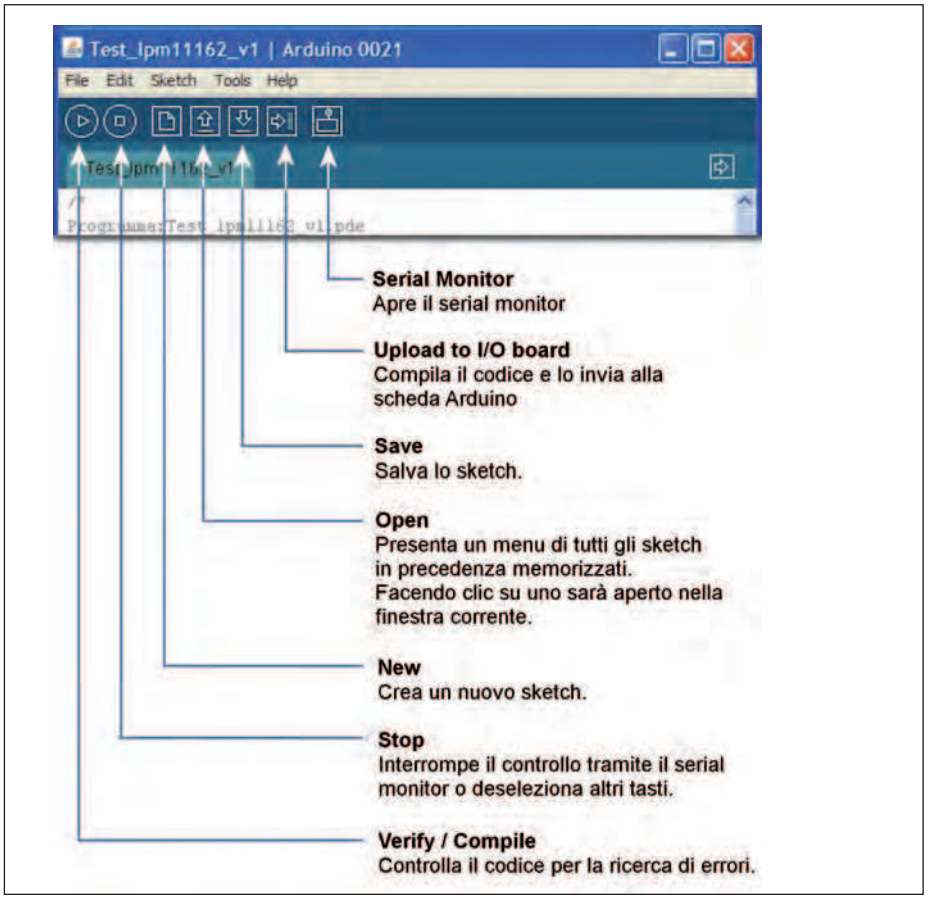


Figura 15: editor per sviluppo programmi.



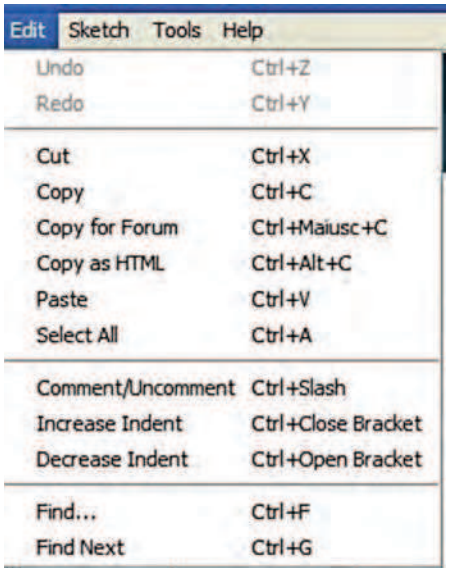


Figura 17: menu Edit.

grammi scritti per Arduino si chiamano sketch. Questi sketch sono scritti nell'editor di testo, questo permette operazioni di taglia/incolla e la ricerca/sostituL'area messaggi fornisce un feedback durante il salvataggio e l'esportazione compreso la segnalazione degli errori. I pulsanti della barra degli strumenti consentono di verificare e aggiornare programmi, creare, aprire, salvare e utilizzare il serial monitor. Altri comandi si trovano all'interno di cinque menu: File, Edit, Sketch, Tools, Help. I menu sono sensibili al contesto, ciò significa che solo gli elementi pertinenti per i lavori in corso sono disponibili:

- Edit Copy for Forum

Copia il codice dello sketch negli appunti, adatto per postare sul forum, mantiene la colorazione della sintassi.

- Copy as HTML

Copia il codice dello sketch negli appunti come HTML, adatto per l'inclusione nelle pagine web.

- Sketch Verify/Compile

Controlla se ci sono errori nello sketch.

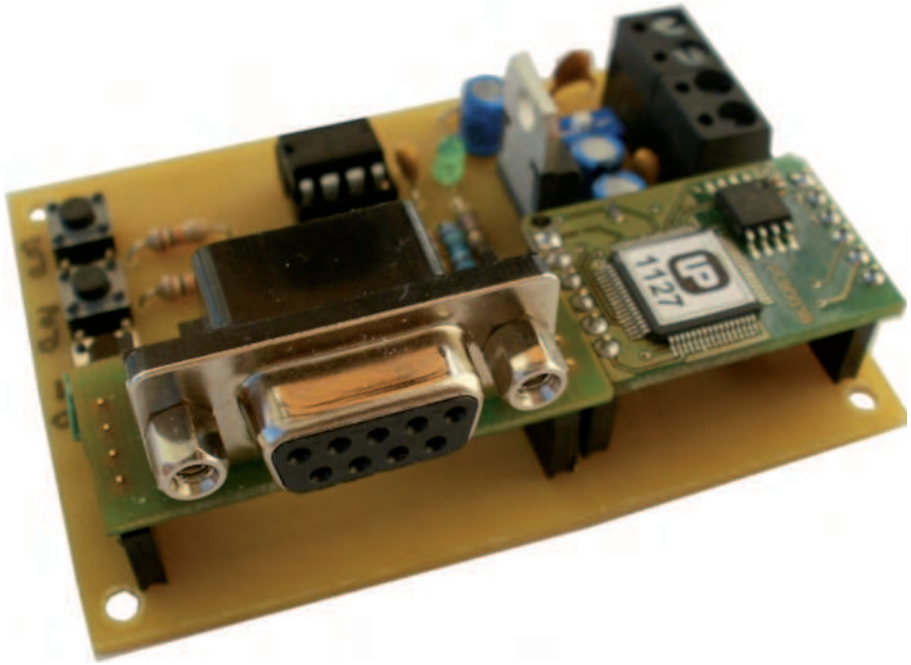
- Show Sketch Folder

Apre la cartella sketch sul desktop.

- Import Library

Aggiunge una libreria per lo sketch con l'inserimento di istruzioni *# include.*

Figura 16: descrizione barra degli strumenti.



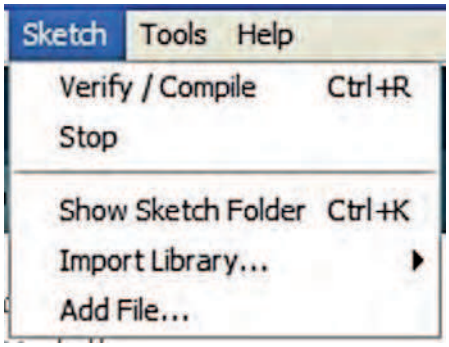


Figura 18: menu Sketch.

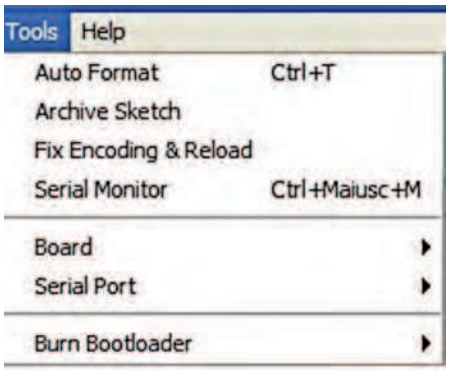


Figura 19: menu Tools.

• Add File...
Aggiunge un file di origine per lo sketch che sarà copiato dalla posizione corrente.

• Tools Auto Format
Il comando permette di migliorare la leggibilità del codice.

• Board
Permette di selezionare il tipo di scheda che si sta utilizzando.

• Serial Port
Questo menu contiene tutti i dispositivi seriali (reale o virtuale) presenti sul PC. Esso è aggiornato automaticamente ogni volta che si apre il menu di primo livello degli strumenti.

• Burn Bootloader
Gli elementi di questo menu consentono di scrivere un bootloader sul microcontroller della scheda Arduino. Questo non è richiesto per il normale utilizzo di una scheda Arduino, ma è utile se si acquista un nuovo ATmega.

Libreria per Arduino

Per semplificare la scrittura dello sketch, è disponibile un'apposita libreria (creata dalla LP ELETTRONICA e di pubblico dominio). Dopo averla scaricata dal sito di Fare Elettonica, il file in formato ZIP va decompresso all'interno della cartella \libraries di Arduino per renderla disponibile.
Le funzioni attualmente disponibili nella libreria sono:

• **begin:** per inizializzare la libreria ed il modulo audio configurando i pin usati ed il baudrate
• **play:** per fare il play di un file wav
• **stop:** per fare stop di un file wav
• **volume:** per regolare il volume
• **isBusy**: per leggere lo stato del pin /BUSY del modulo audio
• **reset:** per pilotare il pin di /RESET del modulo audio
• **end:** per chiudere definitivamente la libreria.

Occorrerà anche assicurarsi che tra le librerie vi sia la **NewSoftSerial,** quindi, negli **#include** dello sketch dovranno essere sempre inserite le seguenti linee di programma:
#include <NewSoftSerial.h>
#include <LPM11162.h>

PER *approfondire...*

http://www.lpelettronica.it Sito dove reperire il modulo LPM11162 e LPM232-h
http://www.ieshop.it/arduino Per reperire la scheda Arduino
http://www.cadsoftusa.com Sito del software per circuiti stampati Eagle.
http://dimio.altervista.org/ita/ Sito di Dimitrios Coutsoumbas dove scaricare il programma DSPEECH

PROGRAMMA DI TEST

Il programma di test riportato nel **listato 1**, è anche disponibile gratuitamente su www.farelettronica.com, e lì potrete trovare anche i file wav per effettuare i primi esperimenti.

CONCLUSIONI

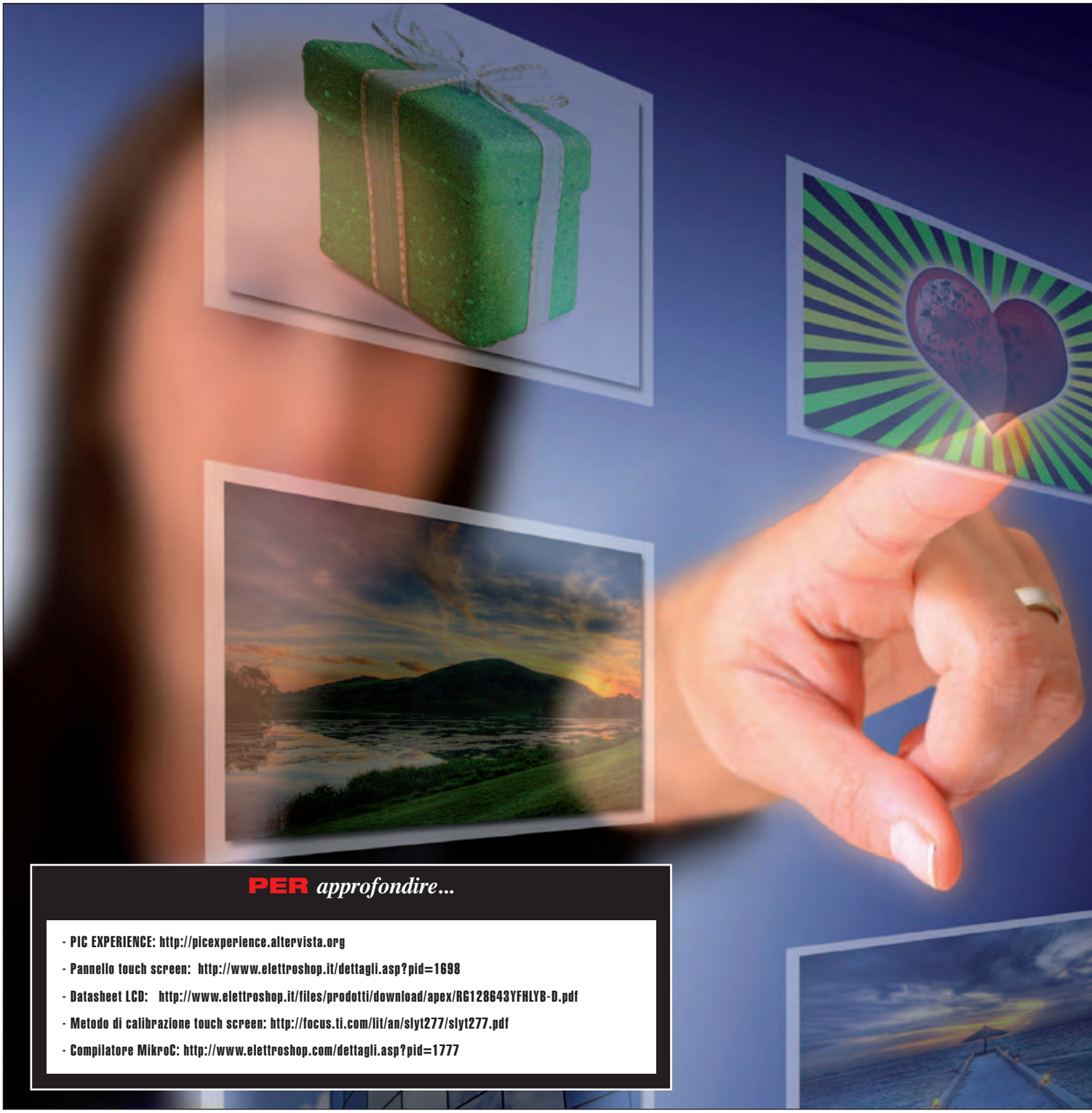
Finisce con questo numero la presentazione del progetto "Diamo voce ad Arduino". Ora sta al lettore sviluppare le proprie applicazioni specifiche. Sempre dal sito di Fare Elettronica è possibile scaricare il file in versione EAGLE dello schema così si potranno aggiungere eventualmente altre periferiche come relè, sensori di vario tipo, led e scrivere programmi che, in base ai segnali d'ingresso, interagiscono con il mondo esterno in questo caso con la parola. ❑

CODICE MIP 2804793

di PAOLO ROGNONI

C-Experiences (parte quarta)

Gestione del touch SC



PER *approfondire...*

- PIC EXPERIENCE: http://picexperience.altervista.org
- Pannello touch screen: http://www.elettroshop.it/dettagli.asp?pid=1698
- Datasheet LCD: http://www.elettroshop.it/files/prodotti/download/apex/RG128643YFHLYB-D.pdf
- Metodo di calibrazione touch screen: http://focus.ti.com/lit/an/slyt277/slyt277.pdf
- Compilatore MikroC: http://www.elettroshop.com/dettagli.asp?pid=1777

REEN

L'utilizzo di un display grafico in abbinamento ad un pannello touch screen permette di sviluppare interfacce operatore diverse dal solito. In queste pagine verrà illustrato come implementare e gestire il pannello touch in abbinamento al display LCD grafico sulla demo board che è stata sviluppata e presentata nel numero 308 di Fare Elettronica (Febbraio 2011)

Telefoni cellulari, smartphone, consolle per giochi elettronici ma anche totem per la prenotazione dei biglietti ferroviari o per le informazioni turistiche: tutte applicazioni che utilizzano, sempre più diffusamente, display LCD con interfaccia di tipo touch screen. Questo tipo di dispositivi stanno entrando prepotentemente nella vita quotidiana, andando a sostituire, laddove sia possibile, le interfacce a pulsante meccanico utilizzate fino ad oggi. I pannelli touch si distinguono, sostanzialmente, per un aspetto: la tecnologia con la quale sono costruiti. Le tecnologie più comuni per i touch screen sono quella capacitiva e quella resistiva. Come sempre, non esiste una soluzione univoca o migliore in assoluto. La **tabella 1** riporta il confronto tra le due tecnologie, mostrandone le caratteristiche principali.

PANNELLO TOUCH RESISTIVO

Sulla demo board, presentata sul numero 308 di Fare Elettronica (Febbraio 2011), dotata di display LCD grafico, può essere installato un pannello touch screen di tipo resistivo (vedi paragrafo dei riferimenti) che si adatta perfettamente alle dimensioni del display grafico. Il pannello è dotato di una interfaccia a quattro fili ed è connesso con lo schema elettrico illustrato in queste pagine.

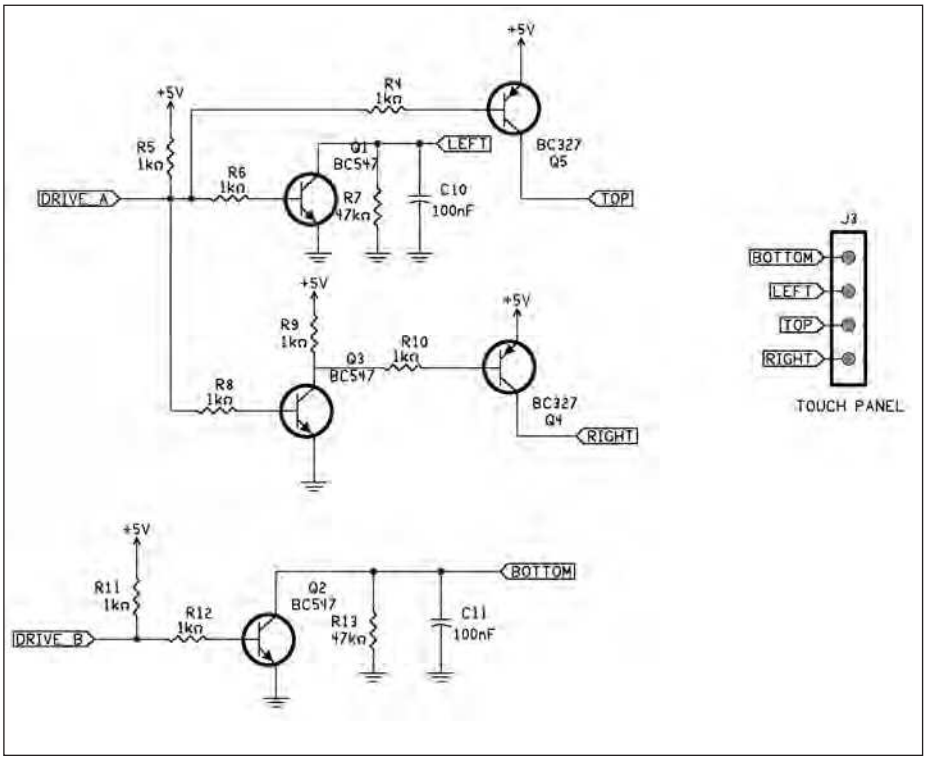
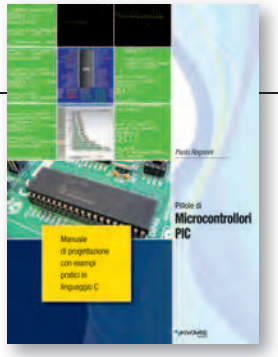


Figura 1: schema elettrico.

TABELLA 1

	RESISTIVA	CAPACITIVA
Pressione consentita anche con guanti	Sì	No
Pressione consentita con dita	Sì	Sì
Pressione consentita con pennini	Sì	No
Particolarmente adatto ad ambienti "ostili"	No	Sì
Necessita di una interfaccia analogica	Sì	Non sempre
Costo limitato	Non sempre	Sì

Figura 2: il touch screen montato sopra al display grafico.



PILLOLE DI... Microcontrollori PIC

Per saperne di più sulla programmazione in C dei microcontrollori PIC!

www.inwaredizioni.it/pic2

SULLA DEMO BOARD

Il codice d'esempio utilizza la libreria Touch Panel disponibile nello strumento Library Manager di MikroC PRO, andando a modificare, parzialmente, l'esempio disponibile nei file di help del compilatore. Il progetto proposto mostra una semplice interfaccia grafica realizzata mediante un editor di immagini grafiche e che mostra sei aree touch alle quali far corrispondere altrettante possibili funzionalità: visualizzazione della temperatura, riduzione e aumento del volume, visualizzazione delle info di progetto, invio di una email e spegnimento del sistema. Ovviamente, queste sono funzionalità in modalità demo: se si desiderasse il pieno funzionamento, vanno implementate in modo effettivo! Il firmware **(listato 1)** sfrutta, come detto, la libreria che MikroC PRO mette a disposizione. Per la gestione della pressione del display, si utilizza la funzione TP_Press_Detect() che restituisce un valore logico 1 nel caso di touch premuto e 0 viceversa. Per semplificare l'implementazione, non si è volutamente inserita la gestione dell'antirimbalzo.

LA CALIBRAZIONE

Il pannello touch va calibrato, ossia vanno definiti alcuni punti di riferimento tra display grafico e pannello sensibile, questo per permettere all'utente di poter accedere alle aree visualizzate senza incappare in errori. Anche il firmware proposto mostra un modo semplice per calibrare il pannello touch, metodo ripreso dai file demo di Mikroelektronika. La procedura prevede che vengano premuti due punti, posti diagonalmente sul display (vedi **figura 4**). Per avere una calibrazione migliore, è meglio intervenire su tre punti e non su due (vedi paragrafo dei riferimenti), ma disponendo di una superficie di tocco relativamente piccola, il margine di errore introdotto compensa il fatto che la sezione di firmware per la gestione della calibrazione è, comunque, molto ridotta.

Figura 3: il sinottico con le sei aree touch.

Figura 4: fase di calibrazione, all'avvio del firmware.

LISTATO **1**

```
while (1)
{
  if (TP_Press_Detect())
  {
  if (TP_Get_Coordinates(&x_coord, &y_coord) == 0)
  {
   x_coord = x_coord >> 1;
   y_coord = y_coord << 1;
   if ((y_coord<=42) && (x_coord<=32))
   {
      VisTemp ();
   }
   if ((y_coord>42) && (y_coord <= 84) && (x_coord<=32))
   {
      AbbassaVolume();
   }
   if ((y_coord>84) && (x_coord<=32))
   {
      AlzaVolume();
   }
   if ((y_coord<=42) && (x_coord>32))
   {
      Info ();
   }
   if ((y_coord>42) && (y_coord <= 84) && (x_coord>32))
   {
      InviaEmail();
   }
   if ((y_coord>84) && (x_coord>32))
   {
      Off();
   }
   }
   }
   }
```

COMPILARE IL PROGETTO

Il codice sorgente del progetto è disponibile e scaricabile dal sito della rivista (www.farelettronica.com). A causa delle dimensioni elevate del codice sorgente, il progetto è compilabile solo con la versione completa del compilatore a meno che non si ricorra ad un appropriato maquillage, escludendo la visualizzazione grafica dell'immagine bitmap. ❑

CODICE MIP 2804809

LE TECNOLOGIE PIÙ RECENTI...
SUBITO DISPONIBILI DA FARNELL

> Oltre 100 nuove tecnologie aggiunte online ogni giorno

> La gamma più ampia della distribuzione europea con 420.000 prodotti da 3.500 brand leader

> element14: la prima comunità virtuale per progettisti elettronici

> eQuotes: ricevi le tue quotazioni e confermale online con un click

> i-Buy: la soluzione per l'eProcurement gratuita da Farnell

www.farnell.com/it

element14

www.element14.com

A Premier Farnell Company

Farnell

Progetta con i migliori

CODICE MIP 2806727

di ANTONIO CECERE

Questo mese, come progetto per l'esame di maturità, presentiamo un lampeggiatore di emergenza autoalimentato

LAMPEGGIATORE *stradale*

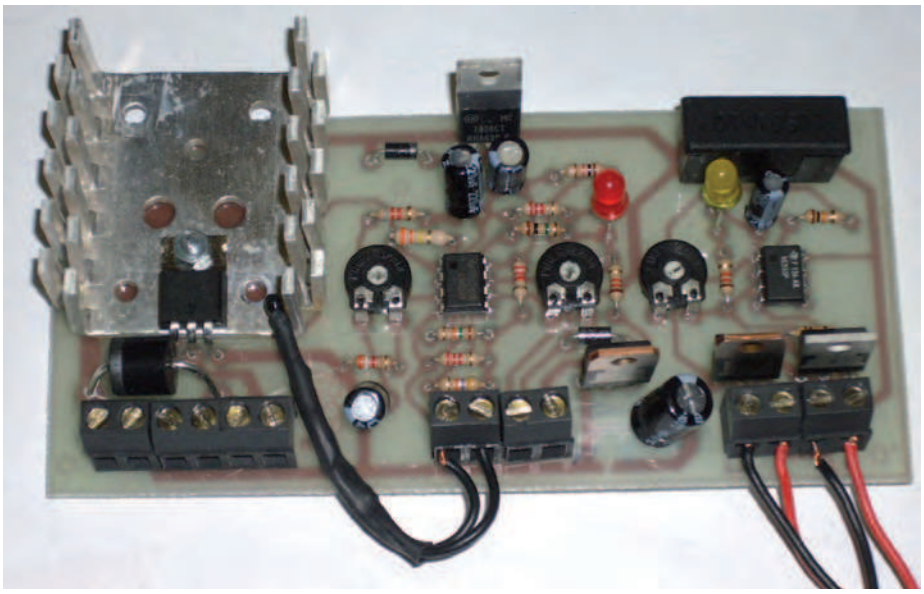


Foto 1: foto della scheda montata.

Questa tesina presenta un particolare lampeggiatore studiato per la sicurezza stradale. L'idea di questo progetto è nata osservando i lampeggiatori da poco installati su molte strade periferiche caratterizzate da scarso traffico, larghe curve e lunghi rettilinei, per invitare gli automobilisti a rallentare. I lampeggiatori sono montati su un palo e sono alimentati da un pannello fotovoltaico e da un accumulatore, non avendo generalmente possibilità di allaccio alla rete. Il segnale luminoso viene emesso da due proiettori di colore giallo che si accendono, alternativamente, alla frequenza di circa 1 Hz. In questa tesina si vuole dimostrare che, se si escludono il pannello fotovoltaico e l'accumulatore, anche uno studente può realizzare un lampeggiatore di uguali caratteristiche ad un costo limitato. Per la realizzazione vengono utilizzate le più recenti conoscenze nel campo delle energie alternative e dell'emissione di luce a basso consumo energetico.

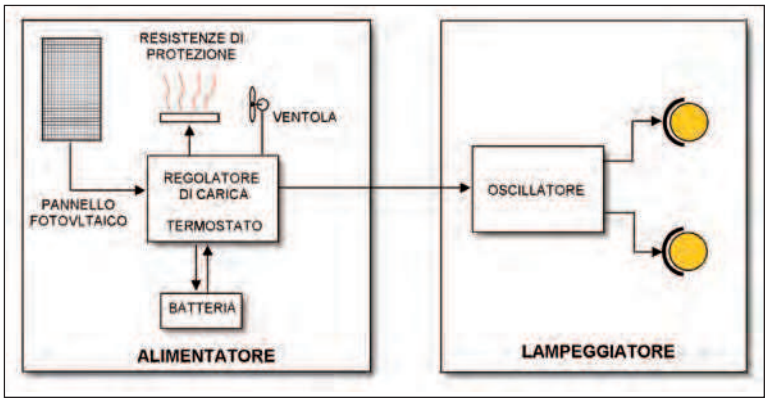


Figura 1: schema di principio.

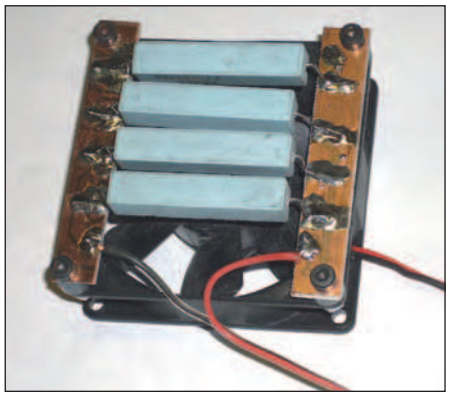


Foto 2: montaggio di R1 sulla ventola.

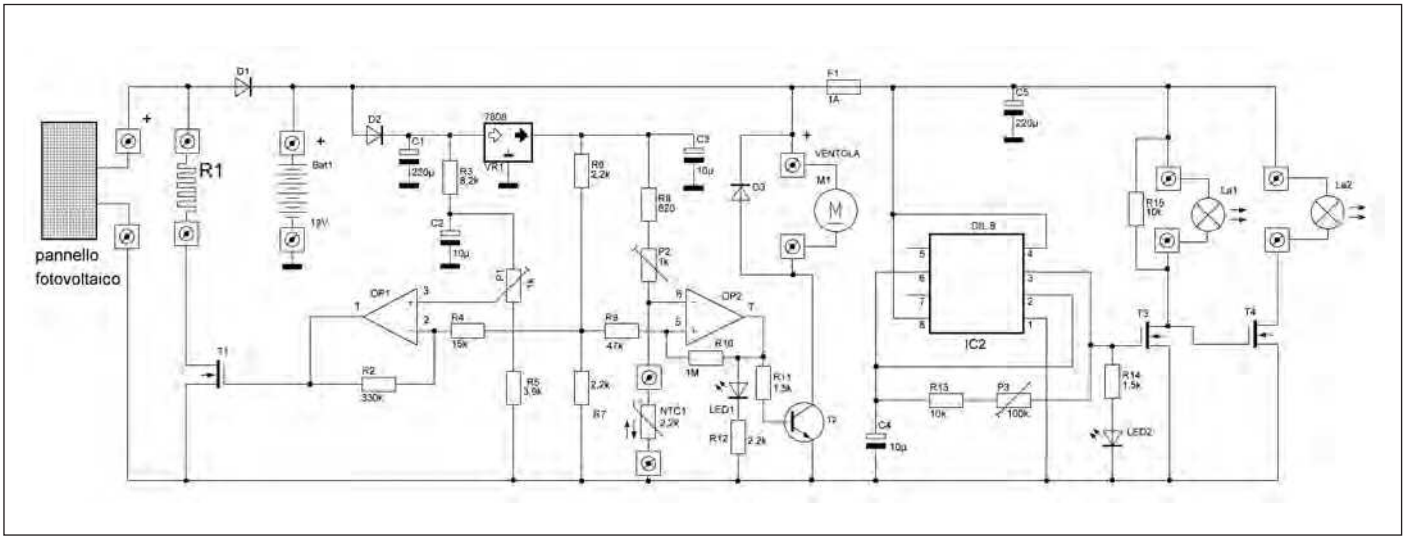


Figura 2: schema elettrico.

LISTA COMPONENTI	
R1	N. 4 Resistenze da 22 ohm 10W in parallelo
R2	330 kW -1/4W
R3	8,2 kW -1/4W
R4	15 kW -1/4W
R5	3,9 kW -1/4W
R6, R7, R12	2,2 kW -1/4W
R8	1 kW -1/4W
R9	47 kW -1/4W
R10	1 MW -1/4W
R11, R14	1,5 kW -1/4W
R13, R15	10 kW -1/4W
C1, C5	220 µF - 25V
C2, C3, C4	10 µF - 16V
P1, P2	1kW
P3	100 kW
NTC1	2,2 kW
D1	P600G
D2, D3	1N4007
LED1	Led rosso 5 mm
LED2	Led giallo 5 mm
VR1	Regolatore LM7808
IC1	LM 358
IC2	NE555
Ventola	12 V - 0,22 A
T1	Mosfet IRFZ44R
T2	BJT TIP31C
T3, T4	Mosfet IRF530
F1	Fusibile 1 A 5x20 con portafusibile per c.s.
	Pannello fotovoltaico 36 celle, 50 o 60W
	Dissipatore in alluminio 40x40 mm
Bat1	Accumulatore ermetico 12 V 18Ah (oppure 24 Ah)
Led3-Led 47	n. 45 led gialli ad alta luminosità 5 mm - 20° (per ogni proiettore)
R16-R24	n. 9 resistenze 150 Ohm 1/4W (per ogni proiettore)
	n. 9 morsettiere a 2 posti per circuito stampato passo 5 mm
T1	Transistor BC337
T2	Transistor BC327
IC	Circuito integrato CD4093B
S1	Pulsante NA
Rel1	Relè 12V - 10 A - 1 scambio
BZ	Buzzer 12 V
4 morsettiere a 2 posti, 1 morsettiera a 3 posti	

SCHEMA DI PRINCIPIO

Il progetto si divide idealmente in due parti distinte: la prima parte riguarda la produzione e l'accumulazione dell'energia, la seconda, invece, riguarda il lampeggiatore vero e proprio. Lo schema di principio è mostrato in **figura 1**. La fonte di energia è un pannello fotovoltaico adatto per mantenere carico un accumulatore a 12 V. Il sistema di alimentazione è completato da un "regolatore di carica" che salva l'accumulatore dagli eccessi di ricarica che potrebbero distruggerlo. L'accumulatore deve essere dimensionato per poter alimentare il lampeggiatore anche nelle lunghe notti invernali. Il lampeggiatore è costituito da un oscillatore ad onda quadra, seguito da due transistor di potenza che ne amplificano il segnale per il pilotaggio di lampade ad incandescenza o di altro tipo. Per avere un alto rendimento, come fonte luminosa, saranno utilizzati dei led gialli ad alta luminosità.

SCHEMA ELETTRICO

Per procedere al dimensionamento del lampeggiatore occorre, per prima cosa, determinarne il consumo. Presupponendo che l'autoconsumo del circuito sia del tutto trascurabile, il solo assorbimento importante sarà quello dell'emettitore luminoso ad esso collegato. La luce sarà emessa da due faretti: ognuno dei faretti sarà realizzato assemblando 45 led, organizzati in 9 serie da 5 led collegate in parallelo. Considerando che l'assorbimento è di 20 mA per ogni serie, l'assorbimento di un singolo faretto sarà di 180 mA. Poiché i due faretti si accendono alternativamente, il risultato sarà un assorbimento continuo di 180 mA. L'energia consumata nelle 24 ore sarà:

$E = Pxt = VxIxt = 12 \times 0{,}18 \times 24$
$= 2{,}16 \times 24 = 51{,}8$ Wh

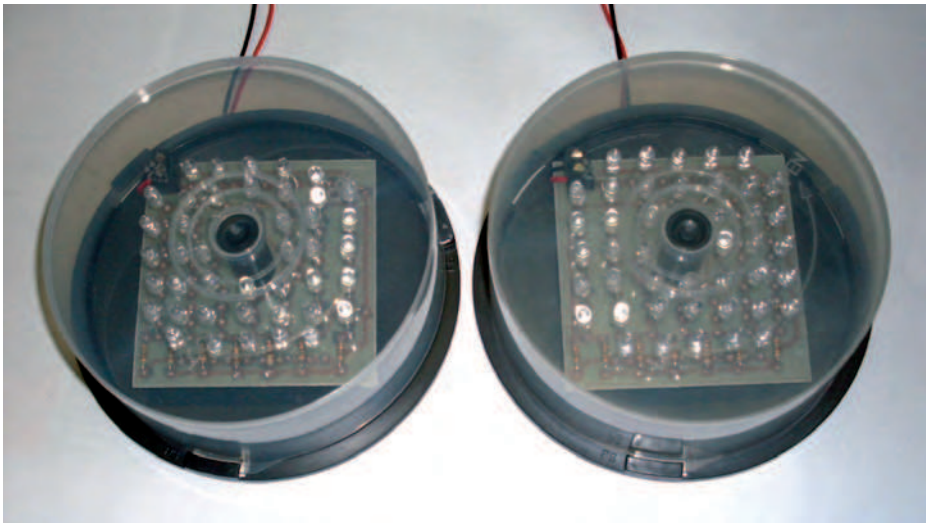


Foto 3: LED inseriti in una "campana".

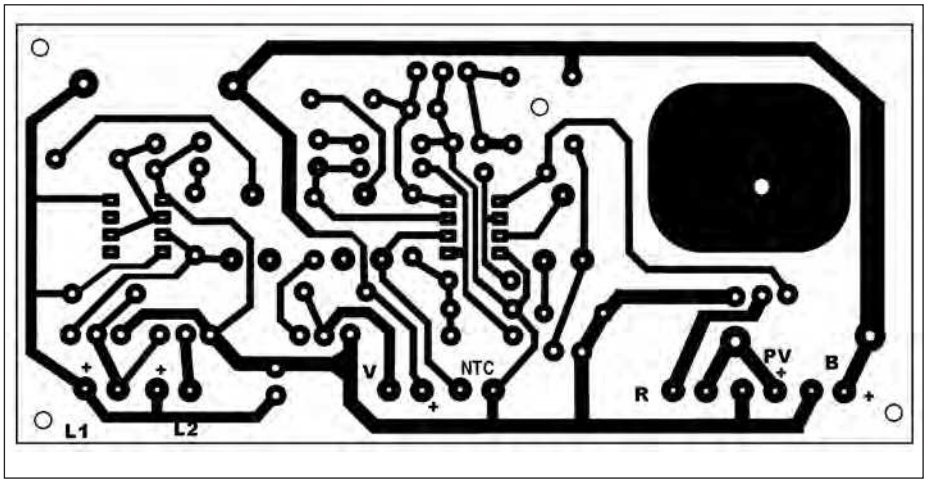


Figura 3: disegno del circuito stampato.

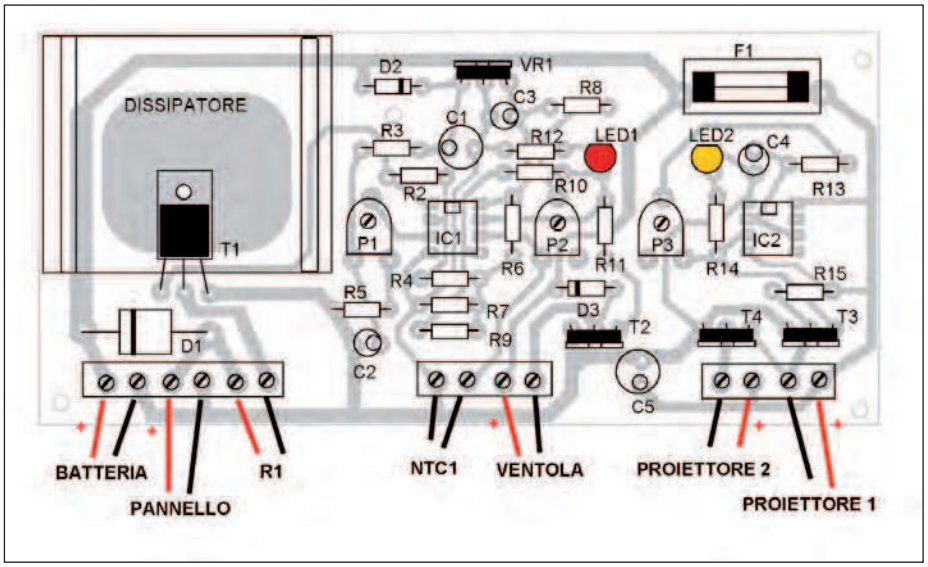


Figura 4: disposizione dei componenti.

Questo fabbisogno deve essere compensato da un sistema di generazione sovradimensionato. Un pannello fotovoltaico di una taglia facilmente reperibile, ha una potenza di picco compresa tra 50 e 60 Watt ed una corrente massima da 2 a 3A. Potendo contare nei giorni invernali su una corrente media di ricarica di 1 Ampère per 8 ore, l'energia accumulata in una giornata sarà E= VxIxt = 12x1x8 = 96 Wh, sicuramente sovrabbondante rispetto all'energia consumata nelle 24 ore (51,8Wh). Per quanto riguarda il dimensionamento dell'accumulatore, consideriamo che una comune batteria da 18 Ah accumula un'energia E = 12x18 = 216 Wh e, quindi, i faretti assorbono solo una piccola parte dell'energia accumulata garantendo una lunga vita alla batteria. L'energia prodotta dal pannello fotovoltaico viene utilizzata per ricaricare l'accumulatore ma, una volta che l'accumulatore è saturo, deve essere dirottata verso un carico "di protezione" che ha il compito di consumare l'energia in eccesso per evitare danni all'accumulatore. Un accumulatore al piombo da 12V si considera carico quando la sua tensione raggiunge i 14 Volt.

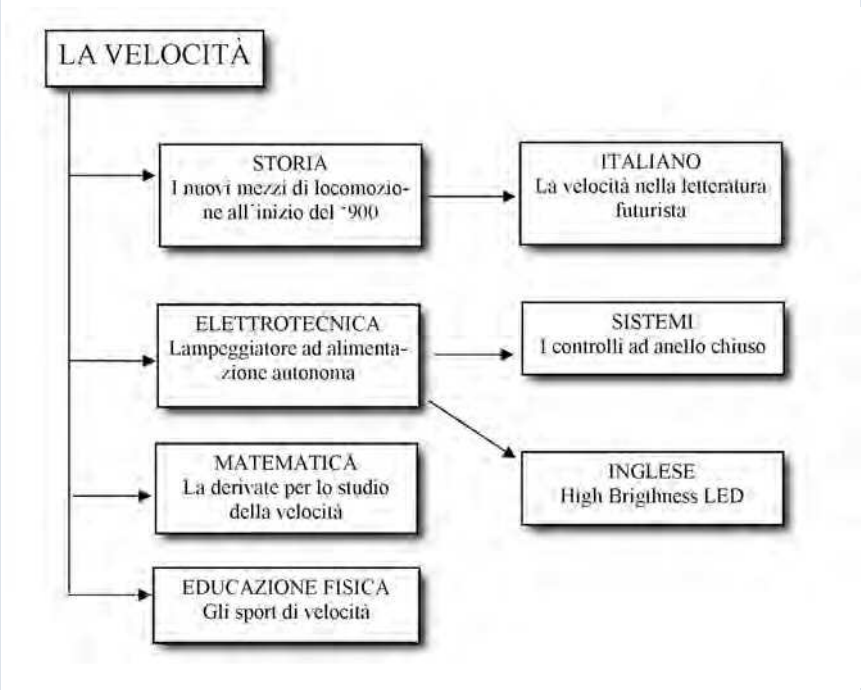
Il circuito che protegge la batteria dalla sovraccarica si chiama "regolatore di carica". Con riferimento allo schema di **figura 2**, il regolatore si comporta come un diodo zener di grande potenza. L'amplificatore operazionale OP1 (contenuto nel circuito integrato LM358) viene utilizzato come comparatore di tensione.

Una quota della tensione della batteria uscente dal trimmer P1 viene comparata con una tensione fissa di riferimento ricavata dal partitore R6-R7. Se la tensione di batteria supera 14 V, la tensione di uscita di OP1 sarà positiva e piloterà il transistor di potenza MOSFET T1 che farà scorrere corrente nella resistenza R1 collegata al piedino di DRAIN. Questa è la corrente che, generata dal pannello fotovoltaico, sarà dirottata sulla resistenza R1 (resistenza di "protezione") per evitare la sovraccarica della batteria.

Questa resistenza deve essere in grado di assorbire per intero la corrente del pannello fotovoltaico. Considerando che il regolatore interviene a circa 14 Volt e che la corrente massima è di circa 2,5 A (per un pannello da 60 W), la resistenza di

MAPPA *concettuale*

All'inizio del '900, i nuovi mezzi di locomozione rivoluzionano il concetto di spazio e di tempo (STORIA), mentre gli scrittori futuristi esaltano il concetto di velocità (ITALIANO).
Un lampeggiatore ad alimentazione autonoma può invitare i guidatori di auto a moderare la velocità anche in strade lontane dalle città (ELETTROTECNICA), utilizzando come fonte luminosa dei led ad alta luminosità (INGLESE).
Un simile lampeggiatore è costruito sulla base dei controlli "ad anello chiuso" (SISTEMI). Il concetto fisico di velocità può essere pienamente compreso con l'uso delle derivate (MATEMATICA). Molti sono gli sport competitivi basati sulla velocità, ma per ognuno di essi bisogna osservare delle regole precise per ottenere il massimo risultato (EDUCAZIONE FISICA).



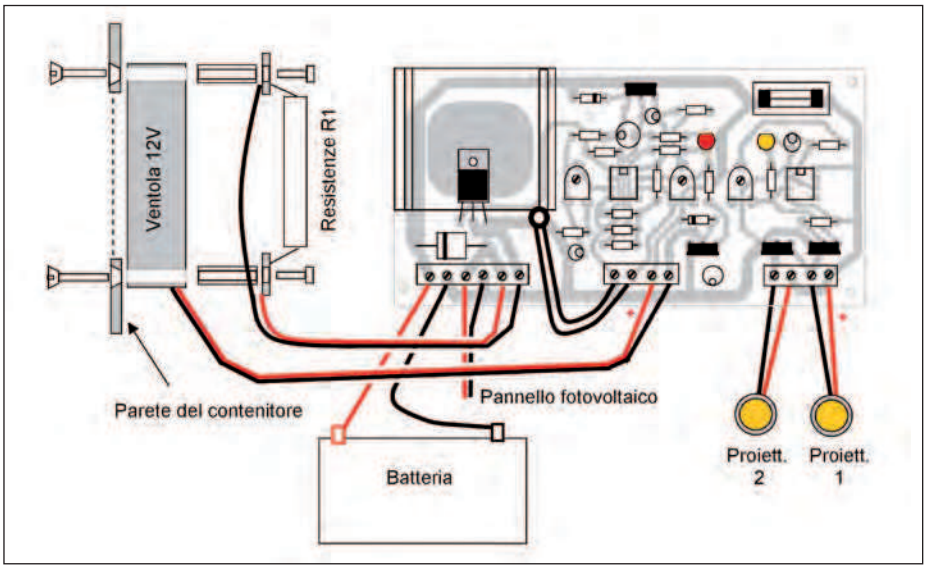


Figura 5: cablaggio della scheda e della ventola.

protezione deve avere una potenza di almeno 40W. Questi valori di potenza e di corrente possono essere approssimati con 4 resistenze da 22 ohm - 10 W collegate in parallelo. Il diodo D1 impedisce che la resistenza R1 vada a scaricare la batteria. Poiché tutto il circuito sarà contenuto in una scatola chiusa, occorre evitare l'accumulo di calore azionando una ventola quando si supera una temperatura prefissata. Per questo usiamo il secondo amplificatore operazionale OP2 contenuto nell'LM358 per pilotare una ventolina di raffreddamento (magari prelevata da un vecchio alimentatore di computer) al superamento di una temperatura che impostiamo tra 40 e 50 gradi.
Anche questo è un circuito di controllo ad anello chiuso, che sente la temperatura con il termistore NTC1, ne ricava una tensione e la compara con una tensione fissa di riferimento. Se la tensione in uscita dal sensore NTC1 supera quella di riferimento, l'OP2 pilota il transistor T2 (un BJT del tipo TIP31C) per alimentare una ventolina di raffreddamento.
Il lampeggiatore è basato sul classico NE 555 usato in modalità "astabile", con una circuitazione tale da garantire un duty-cycle del 50%, cioè una identica durata degli stati di ON e di OFF. Il segnale in uscita dal piedino 3 viene inviato al gate del transistor MOSFET T3 che pilota con la sua uscita il primo dei due proiettori. L'uscita di T3 pilota anche il gate del secondo MOSFET (T4) che fa accendere il secondo proiettore alternativamente al primo.

COSTRUZIONE E COLLAUDO

Per semplificare la realizzazione, usiamo una sola piastra di circuito stampato sia per l'alimentatore che per l'oscillatore. Il tracciato delle piste è riportato nella **figura 3**,

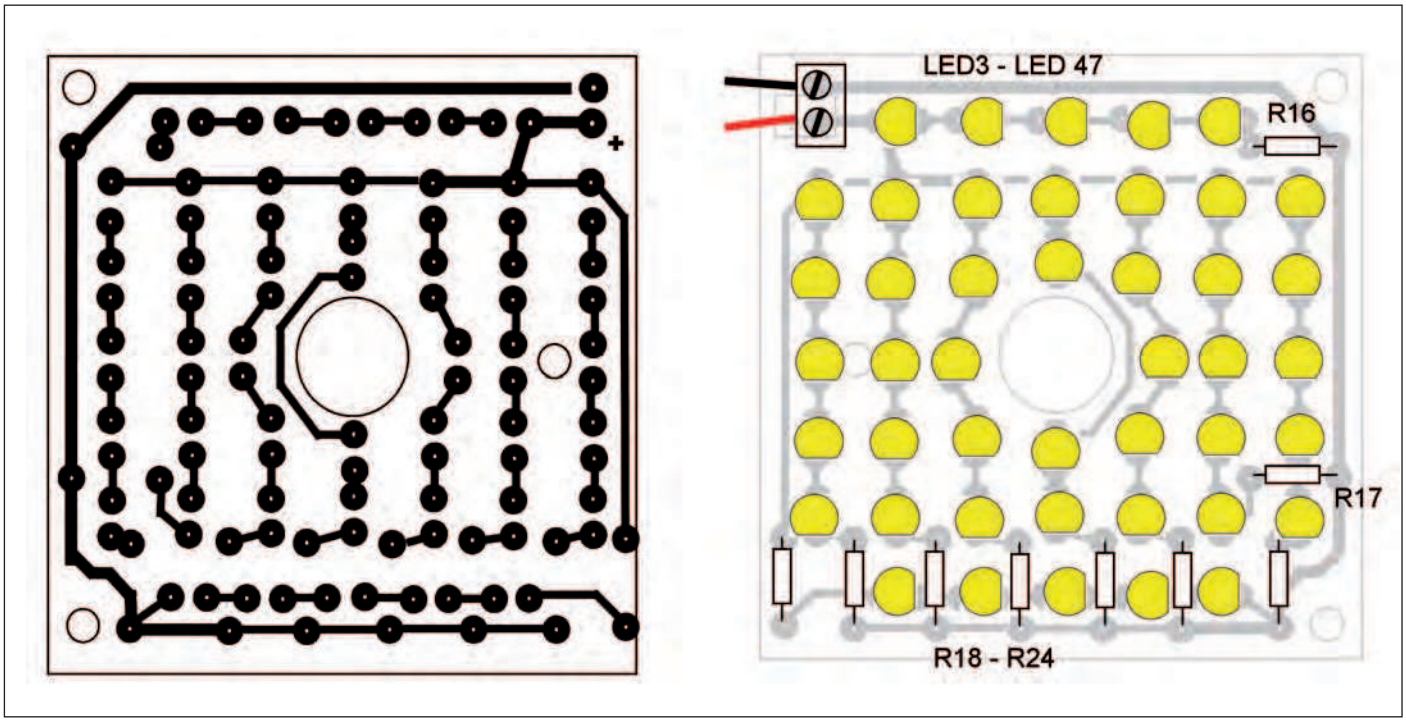


Figura 6: circuito stampato e montaggio della piastra dei LED.

mentre la **figura 4** e la **foto 1** riportano la disposizione dei componenti. Il transistor T1 deve essere raffreddato e per questo viene montato su un dissipatore in alluminio dalle dimensioni di circa 40x40 mm (o maggiore). I transistor di potenza T2, T3 e T4, invece, non hanno bisogno di dissipatore perché funzionano in modalità ON-OFF. Dovendo montare i proiettori all'aperto, l'intero circuito elettronico e l'accumulatore dovranno essere protetti dentro una scatola di dimensioni sufficienti. In corrispondenza della posizione della ventolina, occorre forare la scatola per far uscire l'aria calda. Le 4 resistenze di potenza che costituiscono R1 sono fuori della piastra principale. Le saldiamo su due strisce di vetronite ramata e le montiamo tramite distanziatori sui 4 fori di fissaggio della ventola, come nella **foto 2**. Il fissaggio della ventola deve essere tale che il flusso di aria interessi anche il dissipatore su cui è montato il transistor T1. La **figura 5** mostra il cablaggio di scheda e ventola.
Per il montaggio dei led nei proiettori abbiamo disegnato un apposito circuito stampato, come in **figura 6**. Per la prova, i proiettori sono stati realizzati con led gialli ad alta luminosità, con angolo di emissione stretto (20°), montati sulla piastra di circuito stampato predisposta ed inseriti in scatole tonde con coperchio trasparente. Abbiamo usato come scatole le economiche "campane" in cui si vendono le pile dei CD da masterizzare.
Per poter montare la piastra dei led nelle campane, abbiamo eliminato un led nella serie passante al centro ed abbiamo eseguito un foro per infilarvi il "pilastrino" centrale delle campane: i led sono diventati 44 ma questo non influisce sul funzionamento **(foto 3)**. Per il collaudo elettrico, colleghiamo i proiettori sui relativi morsetti, mettiamo tutti i trimmer in posizione centrale e alimentiamo il circuito a 12 volt dai morsetti destinati al pannello fotovoltaico.
Se il montaggio è corretto, vedremo i due proiettori accendersi alternativamente: quindi regoliamo il trimmer P3 per avere una frequenza di circa 1 Hz, corrispondente ad un lampo al secondo sul led LED2. Per la taratura del regolatore di carica, montiamo una lampada per auto sui morsetti destinati al collegamento di R1. Mantenendo l'alimentazione sui morsetti del pannello fotovoltaico, usando un alimentatore variabile, aumentiamo la tensione gradualmente da 10 a 15 Volt. Regoliamo il trimmer P1 per fare in modo che la lampada si accenda al raggiungimento dei 14 Volt, misurati sui morsetti destinati alla batteria. Fatta la regolazione, togliamo la lampada e colleghiamo la resistenza R1 in modo definitivo. Il trimmer P2 regola la temperatura di intervento della ventola, per questo posizioniamo il termistore NTC1 a contatto col dissipatore. Per facilitare la taratura, l'avvio della ventola viene visualizzato dal led LED1. La temperatura di regolazione non è critica, ma si consiglia di non superare i 50 gradi sul dissipatore. Il lampeggiatore, provato per un paio di giorni, ha dimostrato di aver poco da invidiare ai lampeggiatori professionali ma, ora che tutto funziona perfettamente, dove potremmo utilizzarlo?
Sicuramente non su una strada pubblica, dove sono richieste apparecchiature omologate e garantite; ma nessuno ci impedirà di montarlo in una strada o in un parcheggio privato, o in qualunque posto dove occorra invitare la gente ad un comportamento prudente. ❑

CODICE MIP 2772813

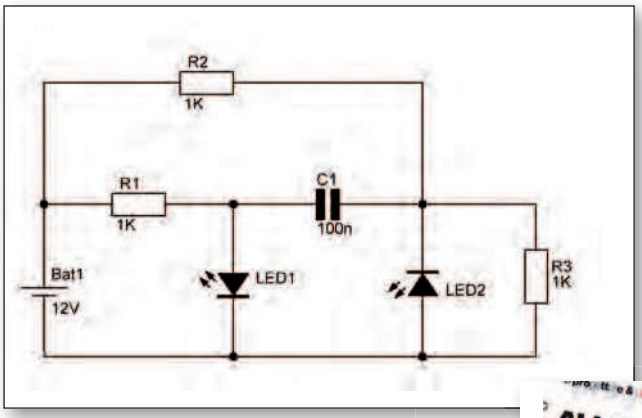
elettro quiz 311

rispondi & vinci

Le risposte ai quiz "Base" e "Avanzato" vanno inviate esclusivamente compilando il modulo su www.farelettronica.com/eq specificando la parola chiave ***"thevenin"****.*

Le risposte ed i vincitori (previa autorizzazione) sono pubblicati alla pagina www.farelettronica.com/eq a partire dal 15 del mese successivo alla pubblicazione sulla rivista.

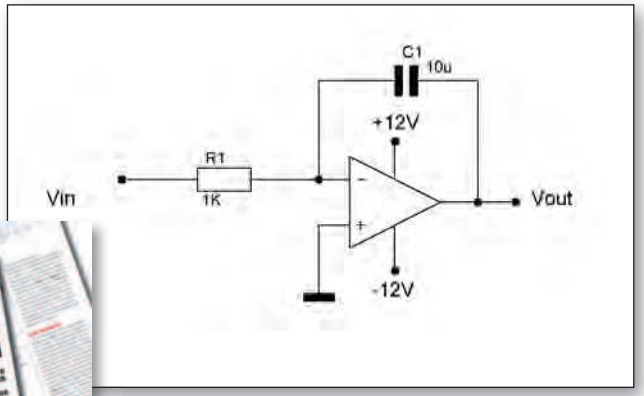
A tutti i partecipanti verrà assegnato un buono sconto del 10% (validità 3 mesi dalla data di assegnazione) utilizzabile per un prossimo acquisto su www.ieshop.it



base

Dato il circuito di figura, quale sarà lo stato acceso/spento dei due LED?

Se rispondi correttamente potrai vincere l'abbonamento (o rinnovo) al Club di Fare Elettronica per 1 anno.



Per i più bravi in palio l'abbonamento annuale a Fare Elettronica.

avanzato

Considerando ideale il comportamento dell'amplificatore operazionale e applicando all'ingresso Vin un'onda quadra di ampiezza +/-1V e frequenza 1KHz con duty cycle del 50%, la tensione di uscita sarà:

A) Un'onda triangolare a valor medio non nullo
B) Un'onda triangolare a valor medio nullo
C) Un'onda quadra di frequenza 1KHz
D) Un'onda quadra a valor medio non nullo

l'angolo di Mr A.KEER *(parte ventiquattresima)*

I registri a 8 bit

Completiamo in questa puntata la rassegna degli elementi di memoria di tipo D-Type descrivendo i Registri a 8 bit, indispensabili nel progetto digitale e proponendone, in dettaglio, i componenti commerciali, tutti della serie TTL

L'importanza dei *Flip-Flops D-Type* è ribadita dalla straordinaria disponibilità di *Registri a 8 bit*, strutture integrate che ne contengono 8, solitamente organizzati per condividere lo stesso sincronismo (Clock) e le stesse linee di controllo. Un *Registro a 8 bit* è importante perché ha la stessa dimensione dell'informazione gestita direttamente dai microcontrollori ed è, comunque, una parte di quella dei processori più potenti, che operano con dati da 16 bit, 32 bit, 64 bit; sia gli uni che gli altri dispongono sempre di memorie simili direttamente dentro di sé, al fine di elaborare velocemente, in modo aritmetico o logico, l'informazione assunta dal (o lasciata sul) Bus Dati. Di fatto, i Registri a 8 bit sono presenti in ogni dispositivo programmabile, anche come memoria temporanea interna o come porta d'uscita per consentire il collegamento (interfaccia) con altri dispositivi simili o con periferiche specializzate a ricevere informazioni, come una batteria di Led o di Relè, o come un Monitor o un Hard Disk. Non di rado, si tratta di canali d'uscita relativamente delicati, non essendo di norma in grado di fornire la corrente desiderata o, semplicemente, per il fatto che un loro guasto può determinare la crisi di tutto il microprocessore, se non di tutto il computer che lo ospita. Essi sono, inoltre, del tutto uguali ai componenti che costituiscono la Cache Memory dei nostri computer, cioè la Static RAM, *SRAM*: poiché ogni bit è realizzato con un piccolo circuito elettronico bistabile, appunto un Flip-Flop, si capisce perché la SRAM sia più costosa e più veloce della *DRAM* (Dynamic RAM) di solito usata per la memoria convenzionale. I componenti che andiamo ad analizzare possono costituire un importante "strato di hardware" da porre a valle di dispositivi "intelligenti", al fine di sollevarli dai compiti più gravosi, come vedremo più avanti. Tutti contengono una batteria di 8 normali elementi di memoria, sincronizzati contemporaneamente con un Clock condiviso e la gran parte sono dotati di un buffer 3-state su ciascuna delle loro 8 uscite, solo due di loro ne sono, eccezionalmente, sprovvisti: il 74LS273 e il 74LS377. Il 74LS273 (definito dai costruttori *Octal D-Type Flip-Flops with Clear*) è un Registro a 8 bit dotato di 8 D-Type, ciascuno con la sola uscita diretta Q. L'informazione sugli 8 ingressi D viene trasferita sulle uscite sul fronte positivo (po-

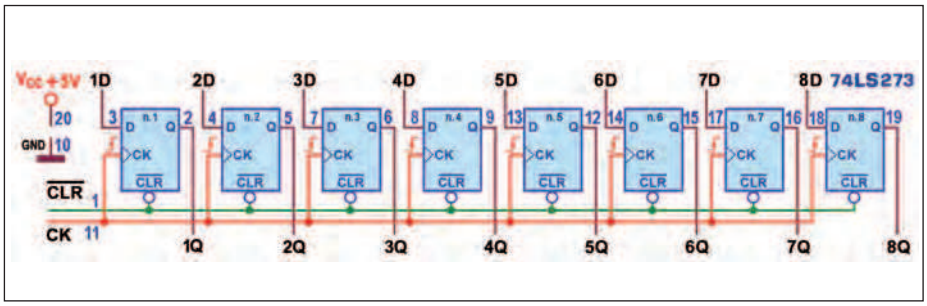


Figura 2: Octal D-Type Flip-Flops 74LS273: Schema funzionale.

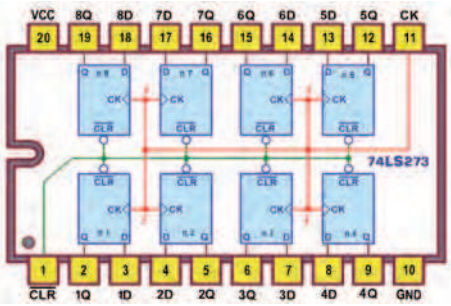


Figura 1: Octal D-Type Flip-Flops 74LS273: Pin-out.

sitive-edge triggered) del Clock, se mantenuta stabile almeno per un tempo pari al Setup Time, prima del suo arrivo. La **figura 1** mostra il suo pin-out, dal quale si nota che il segnale di Clock (come quello del controllo Clear) è in comune a tutti e 8 i D-Type. Lo schema funzionale è visibile in **figura 2**; i componenti 74LS175 (uguale al 74LS171, ma con pin in posizioni diversa) e 74LS174 (descritti due puntate fa) hanno la sua stessa struttura (più D-Type con Clear), ma con numero minore di Flip-Flops (rispettivamente 4 e 6). Lo schema pratico è mostrato in **figura 3**, insieme alla Tabella di verità, dalla quale si può notare che il segnale Clear (attivo basso e tipicamente asincrono) opera la sua azione sulle uscite in modo del tutto prioritario, rispetto a quella esercitata dagli altri ingressi (di dato D e di Clock). In **figura 4** è disponibile il simbolo logico predisposto dallo standard IEEE. La potenza massima dissipata dal 74LS273 è di 135 mW; in regime dinamico (con carico di 15pF/2kohm): i ritardi di propagazione massimi tra Clock o Clear e uscita Q (per entrambe le transizioni, t_{PLH} e t_{PHL}) sono di 27 ns; il valore minimo di Setup Time= t_S=20 ns e quello di Hold Time= t_H=5 ns; la frequenza massima è tipicamente di 40 Mhz. Il componente 74LS377, detto *Octal D-Type Flip-Flops with Enable*, ha la stessa disposizione dei piedini del precedente 74LS273 (vedi pin-out, in **figura 5**) ma non dispone di Clear, al suo posto è presente una linea di abilitazione (Enable, E, attiva bassa), che consente, invece, di controllare l'influenza degli 8 ingressi D sui possibili cambiamenti delle rispettive uscite. Anche per essi esiste una versione (descritta in passato) con la stessa struttura ma numero minore di Flip-Flops: i componenti 74LS379 e 74LS378, rispettivamente 4 e 6 D-Type. Osservando lo schema funzionale di **figura 6**, è facile capire che l'informazione presente su ciascuno degli 8 ingressi D viene trasferita sull'uscita Q sul fronte positivo del segnale di Clock (sempre se compatibile con i requisiti di Setup Time) solo se la linea di abilitazione degli ingressi (E, attiva bassa) è a 0 logico; se essa è disattiva (cioè a 1) si può notare che sull'ingresso interno del Flip-Flop viene riportato il valore attualmente presente in uscita, per cui ogni eventuale fronte attivo del Clock non potrà che riconfermare l'uscita, lasciandola inalterata, indipendentemente dal valore corrente di D. Lo schema pratico, è disponibile in **figura 7**, insieme alla Tabella di verità, chiamata a riassumere sinteticamente tutte le considerazioni precedenti. In **figura 8** è proposto, infine, il simbolo logico secondo lo standard IEEE. La potenza massima dissipata dal 74LS377 è di 140 mW; in regime dinamico (con carico di 15pF/2kohm) i ritardi di propagazione

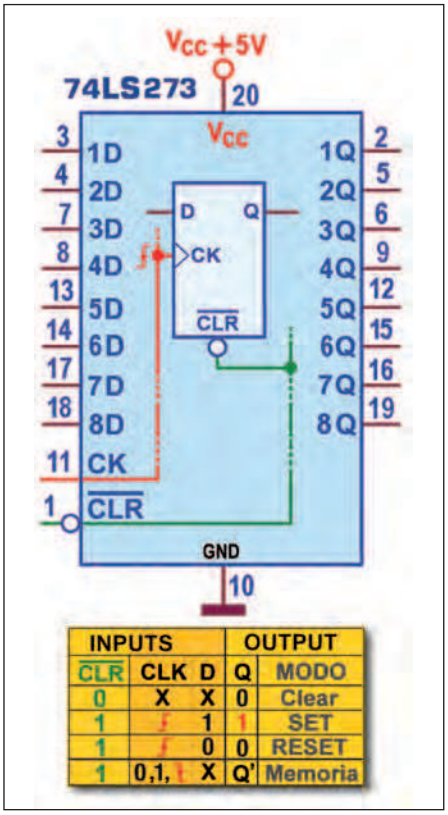


Figura 3: Octal D-Type Flip-Flops 74LS273: Schema pratico.

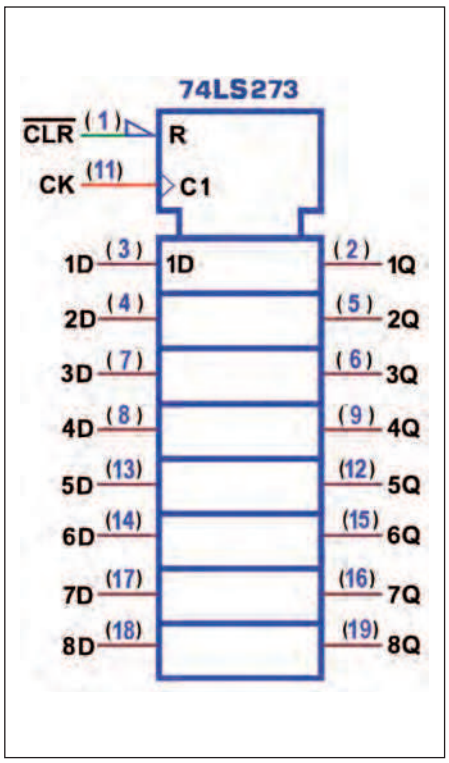


Figura 4: Octal D-Type Flip-Flops 74LS273: Simbolo logico ANSI/IEEE Std. 91-1984.

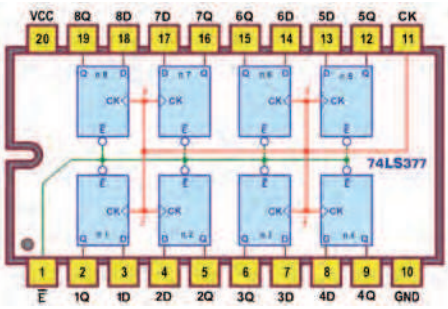


Figura 5: Octal D-Type Flip-Flops 74LS377: Pin-out.

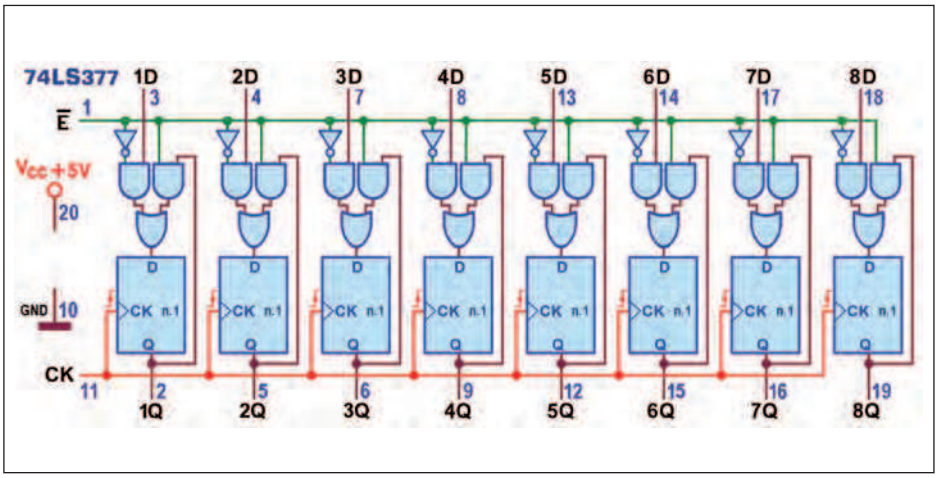


Figura 6: Octal D-Type Flip-Flops 74LS377: Schema funzionale.

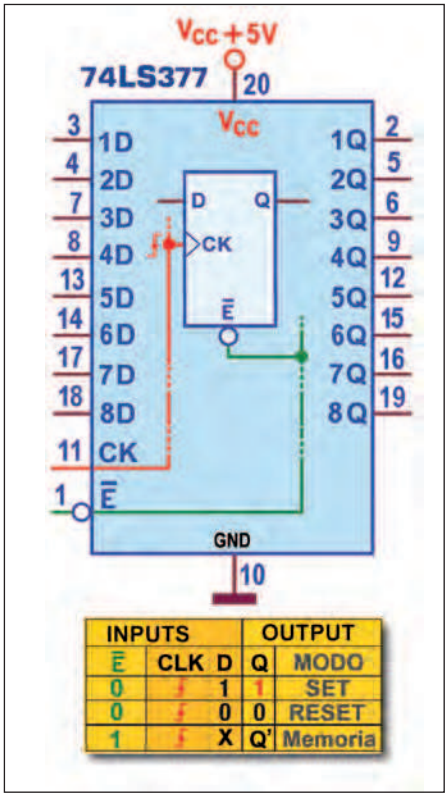


Figura 7: Octal D-Type Flip-Flops 74LS377: Schema pratico.

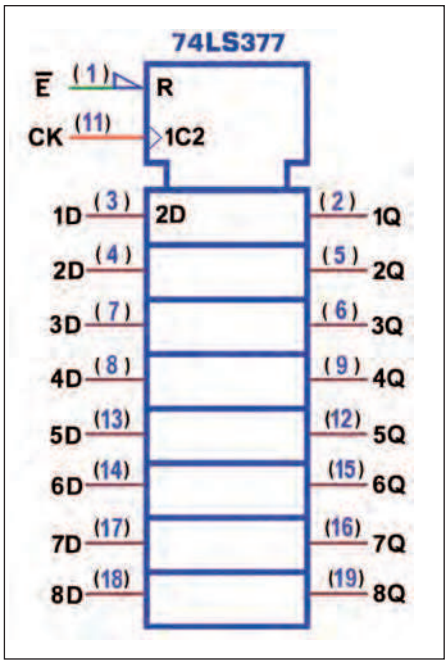


Figura 8: Octal D-Type Flip-Flops 74LS377: Simbolo logico ANSI/IEEE Std. 91-1984.

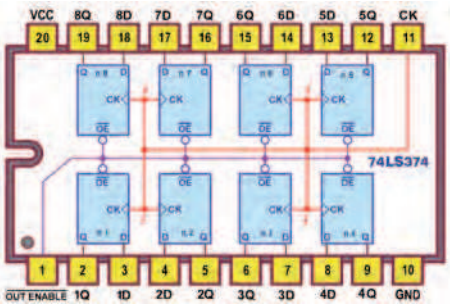


Figura 9: 3-State Octal D-Type Flip-Flops 74LS374: Pin-out.

massimi (per entrambe le transizioni, t_{PLH} e t_{PHL}) sono di 25 ns (tra Clock e uscita Q); il valore minimo di Setup Time= t_S=10 ns (per i dati D) e t_S=20 ns (per l'abilitazione E) e quello di Hold Time=t_H=5 ns; la frequenza massima è di 30 Mhz. Tutti gli altri Registri a 8 bit previsti dalla serie TTL (ben una decina!) dispongono di uscite 3-state: questa opportunità è indispensabile nel progetto delle logiche programmabili che richiedono strutture organizzate a bus e, nelle precedenti puntate, abbiamo già avuto modo di parlarne, trattando il 74LS173 (una versione D-Type a 4 bit, per altro molto sofisticata) e il 74LS373 (una versione D-Latch a 8 bit, limitata dall'effetto "trasparenza", tipico di questa categoria). Il componente che descriveremo ora è proprio la naturale evoluzione di quest'ultimo, con esso pin-out compatibile, salvo la ovvia presenza, sul pin 11, del sincronismo di Clock (positive edge triggered) invece di quello di Enable (level triggered). Si tratta del 74LS374, coerentemente detto *Octal D-Type Flip-Flops with 3-state Output*; osservando le funzioni associate a ciascun piedino del suo pin-out (vedi **figura 9**) possiamo sottolineare una sostanziale pin-out compatibilità anche con i componenti 74LS273 e 74LS377, descritti in precedenza, con la sola differenza del compito affidato al pin 1, associato in questi ultimi rispettivamente a Clear e a Enable e ora destinato al controllo del terzo stato (Out Enable). Lo schema funzionale di **figura 10** mette in evidenza la disponibilità di uscite Q amplificate non invertenti di tipo 3-state, progettate specificamente per pilotare carichi con impedenza relativamente bassa e controllate contemporaneamente da un segnale di abilitazione attivo basso, OE, la funzione del quale è del tutto simile a quella esercitata dalle abilitazioni G del buffer 74LS244: quando è attiva (OE=0) consente il passaggio (sull'uscita effettiva) del livello logico presente sull'uscita interna del Flip-Flop, mentre quando non è attiva (OE=1) le 8 uscite esterne sono forzate in alta impedenza, cioè si comportano come un circuito aperto, lasciando di fatto "scollegati" i dispositivi da esse eventualmente pilotati. L'ingresso di abilitazione, OE, non influenza le operazioni interne del Flip-Flop: mentre le uscite sono in alta impedenza i vecchi dati possono essere mantenuti oppure sostituiti con quelli nuovi eventualmente in arrivo dall'esterno. Nel funzionamento normale questa opportunità non

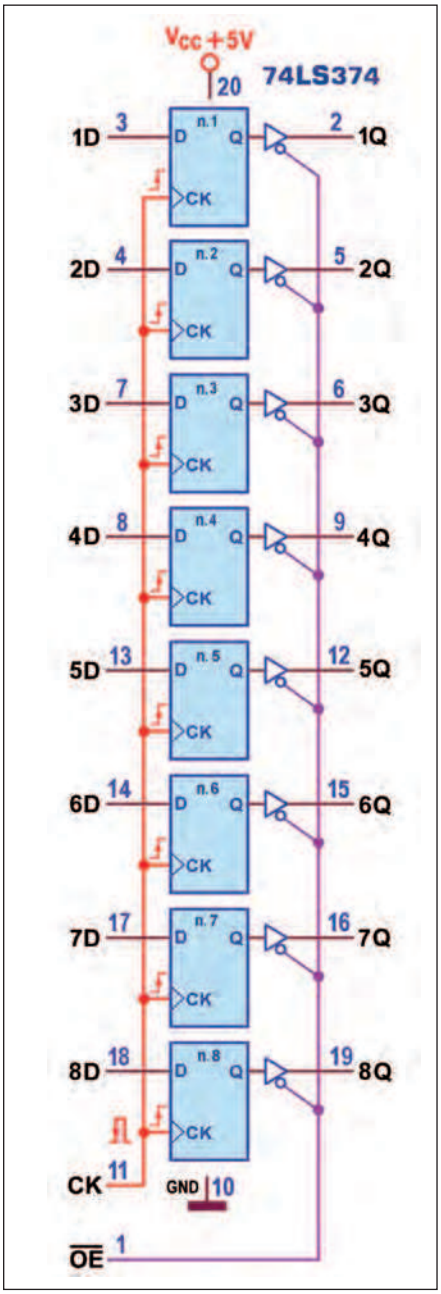
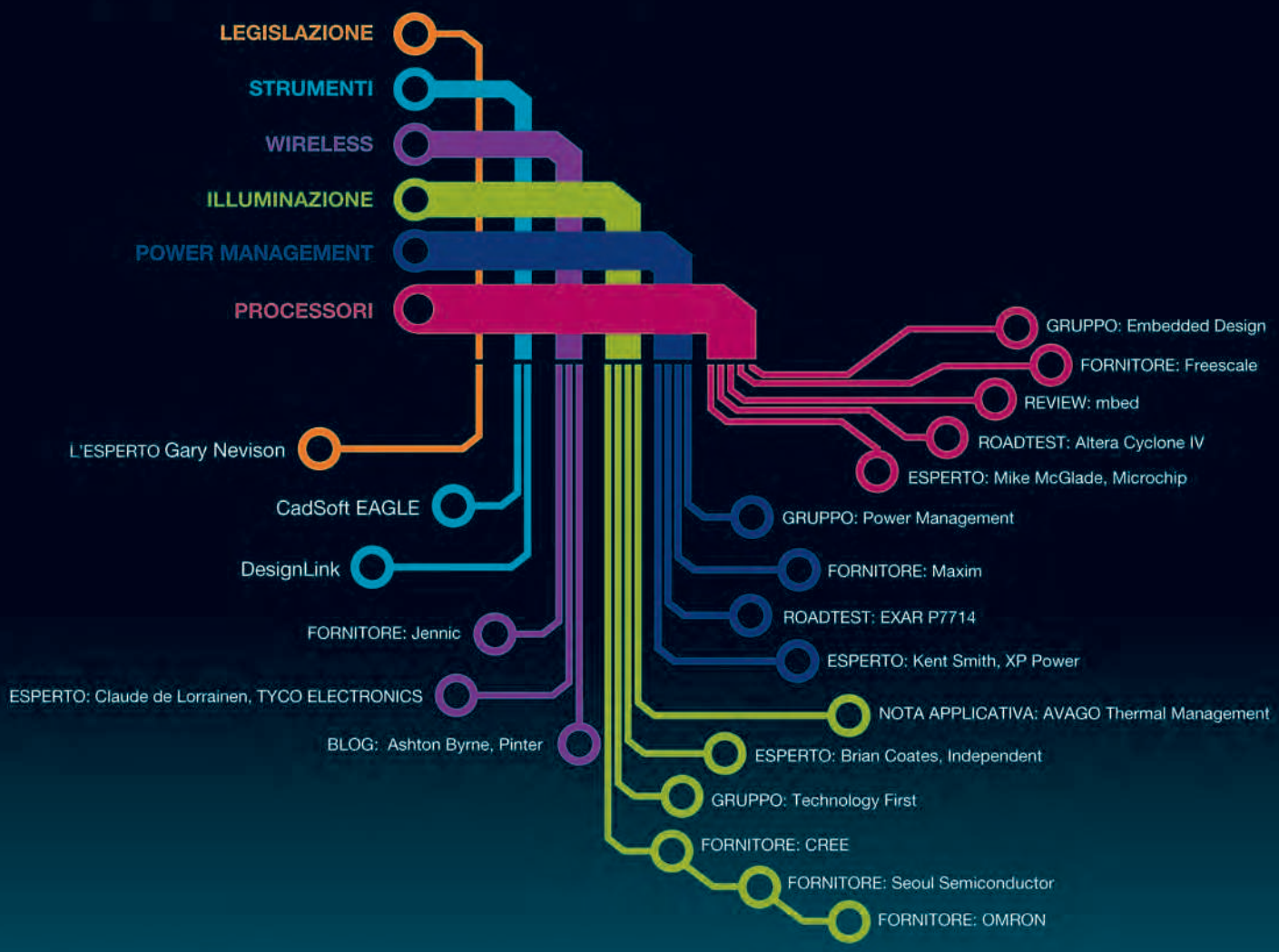


Figura 10: 3-State Octal D-Type Flip-Flops 74LS374: Schema funzionale.

CONNETTITI



LA TUA LINEA DIRETTA CON I PRINCIPALI BRAND DELL'ELETTRONICA

Entra a far parte della community element14 e troverai una grande quantità di informazioni tecniche fornite direttamente da brand leader a livello mondiale. La community è il posto giusto per metterti in contatto e interagire in modo diretto con esperti progettisti elettronici, che terranno discussioni e risponderanno alle domande dei membri della community. element14 è ad oggi la più ampia community di progettisti di tutto il mondo e il portale più influente dell'industria elettronica.

REGISTRATI SU
www.element14.com

www.element14.com

element14
GET YOURSELF CONNECTED

CODICE MIP 2806731

è strettamente necessaria e l'ingresso Out Enable va lasciato a massa: il componente utilizzato in questo modo (vedi **figura 11**) si comporta come porta d'uscita (particolarmente consigliata per "mettere in sicurezza" quelle dei microprocessori o dei single-chip) in grado di gestire in blocco un'informazione di 8 bit (un byte ..) per esempio, per accendere 8 led o pilotare 8 relè oppure ancora controllare i 7 segmenti (e il decimal point) di un Digit, e così via. Il valore delle uscite (ora sempre abilitate, OE=0) viene aggiornato sul fronte di salita del segnale di sincronismo (CK), con il valore logico predisposto in precedenza sugli ingressi corrispondenti D (di solito il Bus Dati di una CPU); in nessun altro istante dell'impulso sarà possibile imporre cambiamenti alle uscite, per cui esse saranno del tutto indifferenti ad ogni variazione dei rispettivi ingressi. Poiché di norma gli impulsi di sincronismo sono attivi bassi, se il clock fosse fornito direttamente sul pin 11 di Clock (CK) l'effettiva memorizzazione avverrebbe con un ritardo pari alla durata dell'impulso fornito. E' consigliabile, dunque, inserire un inverter sul pin di clock, per garantire la memorizzazione esattamente nell'istante in cui il sincronismo va basso (trascurando i 20 ns del ritardo di propagazione), ma, se la durata dell'impulso è effettivamente breve, la presenza dell'inverter esterno può essere ritenuta un lusso inutile... La **figura 12** mostra lo schema pratico (consigliato nella stesura dei progetti per la sua sintetica completezza) insieme alla Tabella di Verità, dalla quale si trae conferma di tutto quanto detto finora. In **figura 13** è proposto, infine, il simbolo logico secondo lo standard IEEE. I segnali che entrano nel blocco di controllo comune (posto in alto, nel simbolo) sono quelli che si ritengono tali da influenzare tutti gli altri elementi presenti nel dispositivo: quello con etichetta C1 è chiaramente un sincronismo di Clock e il numero 1 alla sua destra è il modo per identificare l'etichetta dei segnali (appartenenti alla serie dei blocchi sottostanti) da esso influenzati, quello con etichetta EN lascia intendere che la sua azione sarà quella di

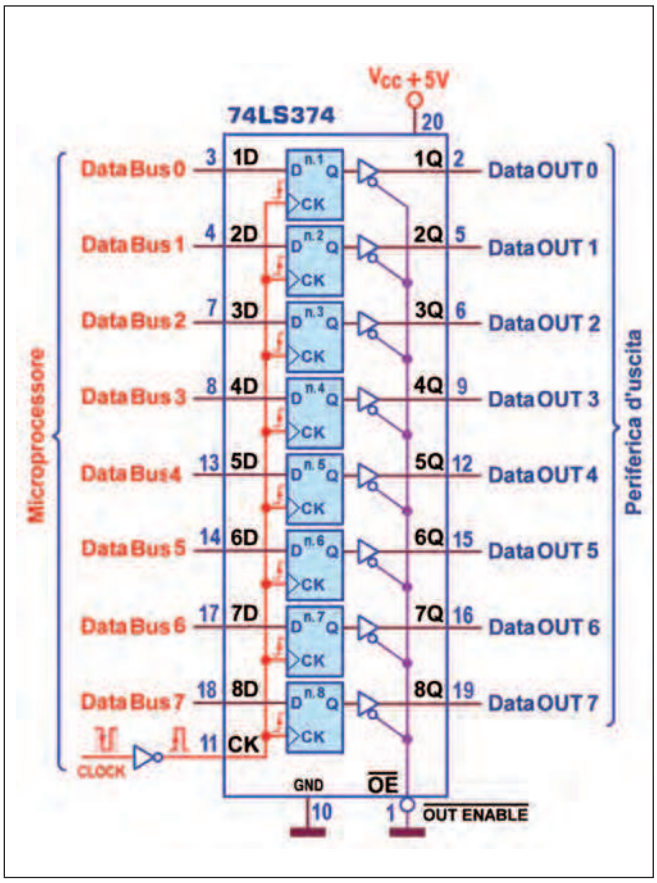
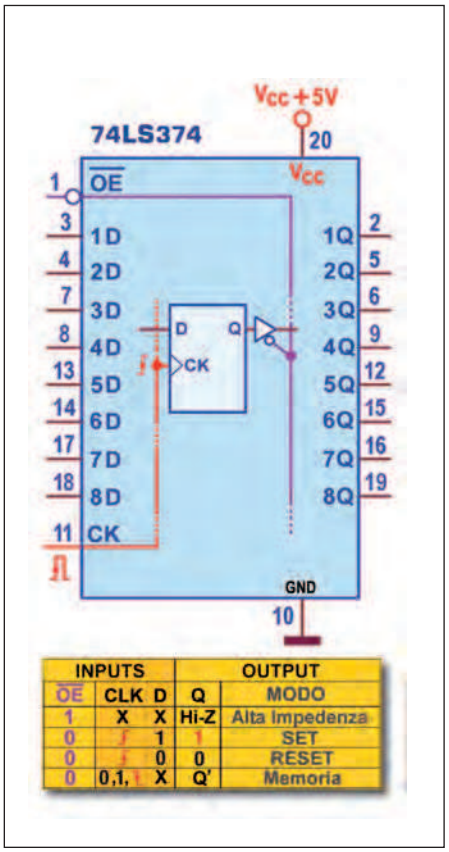


Figura 11: 3-State Octal D-Type Flip-Flops 74LS374: Porta d'uscita.



INPUTS			OUTPUT	
OE	CLK	D	Q	MODO
1	X	X	Hi-Z	Alta Impedenza
0	↑	1	1	SET
0	↑	0	0	RESET
0	0,1,↓	X	Q'	Memoria

abilitare la disponibilità dei dati su tutte le uscite, oppure di disabilitarle in blocco (che, in questo caso, significa porle in uno stato di alta impedenza). La parte inferiore del simbolo è composta da 8 blocchi (uno per Flip-Flop), identici tra loro e per i quali solo il primo deve essere redatto con dettaglio. Nel nostro caso esso contiene: a) l'etichetta 1D, chiaramente riferita ai Dati in ingresso, con davanti il numero 1 per far capire a quale segnale del blocco di controllo è da ritenersi correlata (appunto il Clock C1); b) un triangolo (per indicare la disponibilità di una amplificazione di corrente (buffer), cioè il fatto che il circuito di uscita può pilotare un carico più consistente di quello garantito da un circuito ordinario) rivolto verso destra (per indicare la direzione del flusso del Dato, appunto da sinistra a destra); c) un triangolo rivolto verso il basso, per indicare che l'uscita è a tre stati. La potenza massima dissipata dal 74LS374 è di 225 mW; la corrente erogata tipica in uscita (con Q=1) e di 2,6 mA mentre quella assorbita tipica in uscita (con Q=0) è di ben 24 mA; i ritardi di propagazione massimi (misurati con carico di 45pF/667ohm) tra ingressi (D e OE) e uscite Q sono di 28 ns per entrambe le transizioni (t_{PLH} e t_{PHL}); il valore minimo di Setup Time= t_S=20 ns e quello di Hold Time= t_H=1 ns; la frequenza massima è tipicamente di 35 Mhz. Il componente 74LS534 è la versione con uscite negate del 74LS374 e per esso vale dunque ogni considerazione appena descritta per quest'ultimo, per rimarcare la differenza riportiamo il suo pin-out **(figura 14)** e il suo schema pratico **(figura 15)**, con la Tabella di Verità. La precedente coppia di Registri è caratterizzata da una strana collocazione degli ingressi e delle uscite, posti a coppie dallo stesso lato del cir-

Figura 12: 3-State Octal D-Type Flip-Flops 74LS374: Schema pratico e Tabella di Verità.

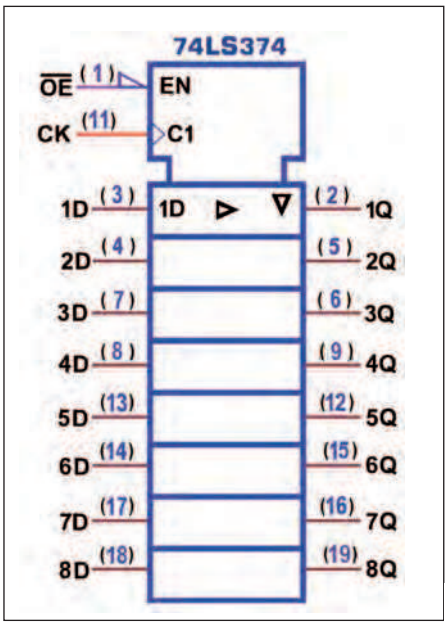


Figura 13: 3-State Octal D-Type Flip-Flops 74LS374: Simbolo logico ANSI/IEEE Std. 91-1984.

cuito integrato. Questa disposizione può creare qualche disagio nel progetto del circuito stampato, dato che sarebbe logico poter avere tutti gli 8 ingressi da un lato del chip e tutte le 8 uscite sul lato opposto; probabilmente per questa ragione (come per altro abbiamo rilevato nell'ambito dei "cugini" di tipo D-Latch) anche per i Registri edge triggered (D-Type) sono disponibili componenti funzionalmente identici ai precedenti ma con gli 8 ingressi sul lato sinistro del chip e le 8 uscite sul lato destro. Si tratta del 74LS574 (con uscite 3-state non invertenti) e del 74LS564 (con uscite 3-state invertenti), rispettivamente identici al 74LS374 e al 74LS534, ma con pin-out diverso (vedi **figura 16** e **17**): ciò significa che ogni loro aspetto funzionale e logico può essere ritenuto uguale a quello descritto in precedenza, comprese le caratteristiche elettriche e dinamiche. Esiste anche il componente 74ALS576 (con uscite 3-state invertenti) identico al 74LS564, ma tecnologicamente migliore. Per esso vale il pin-out proposto dalla **figura 17** ed ogni considerazione funzionale e logica ad esso relativa. In virtù della sua natura avanzata (ALS, *Advanced Low Power Schottky*) la potenza massima dissipata e i ritardi di propagazione massimi sono pressoché dimezzati, rispetto al suo omologo, garantendo sempre la "prestigiosa" corrente assorbita tipica in uscita (I_{OL}, con Q=0) di 24 mA. Tra i Registri ad 8 bit ne rimangono solo due, essi ricalcano le prestazioni dell'ultimo componente descritto, essendo realizzati nella stessa tecnologia avanzata (ALS), ma dispongono di una opzione in più: sono entrambi dotati di una linea di Clear attiva bassa. Si tratta del 74ALS575 (con uscite 3-state non invertenti) e del 74ALS577 (con uscite 3-state invertenti), la presenza di un pin in più richiede inevitabilmente un contenitore dual-in-line più grande, quello da 24 piedini, tre dei quali risulteranno per altro non utilizzati. La **figura 18** e **19** mostrano rispettivamente il pin-out e lo schema a blocchi del primo, facilmente adattabili anche al secondo semplicemente ritenendo negate le 8 uscite (in virtù della presenza su di esse di un buffer

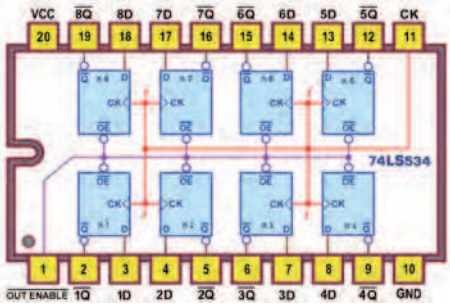


Figura 14: 3-State Octal D-Type Flip-Flops 74LS534: Pin-out.

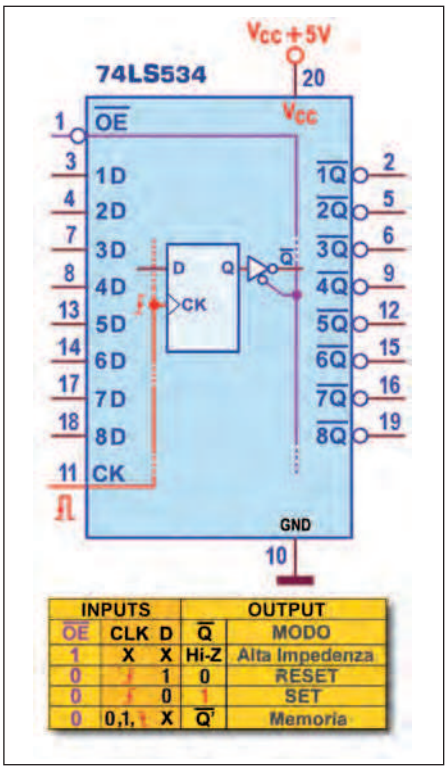


Figura 15: 3-State Octal D-Type Flip-Flops 74LS534: Schema pratico e Tabella di Verità.

ora invertente). Possiamo notare che l'azione di Clear viene esercitata sugli ingressi (sostanzialmente chiudendo la porta AND con uno 0) e che tale effetto si tradurrà sulle uscite in corrispondenza del fronte di salita di clock; in particolare, osservando il dettaglio offerto dalla Tabella di verità, le uscite del 74ALS575 saranno forzate a 0 mentre quelle del 74ALS577 (per effetto dell'inversione logica) saranno forzate a 1, dando luogo, in realtà, ad un effetto Preset.

DOPPI REGISTRI A 4 BIT (TTL): 74ALS874, 74ALS876, 74ALS878, 74ALS879

Alla categoria di tipo ALS 3-state con Clear appartengono anche quattro componenti contenenti Registri a 4 bit, solitamente disponibili in due copie indipendenti dentro lo stesso chip. Due di essi, il 74ALS878 (con uscite non invertenti) e il 74ALS879 (con uscite invertenti), sono logicamente e funzionalmente riconducibili alla coppia 74ALS575/74ALS577, appena descritta, anche per quanto riguarda le caratteristiche elettriche e dinamiche. Naturalmente, lo spazio offerto dal grande contenitore dual-in-line da 24 piedini può comodamente ospitare i due registri indipendenti, ciascuno dotato della propria linea di abilitazione OE (Out Enable, attiva

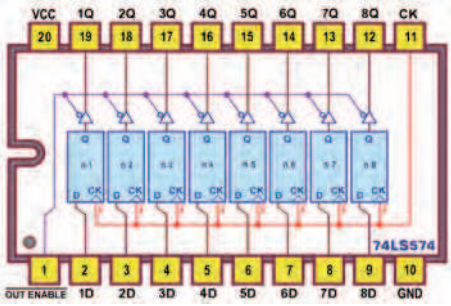


Figura 16: 3-State Octal D-Type Flip-Flops 74LS574: Pin-out.

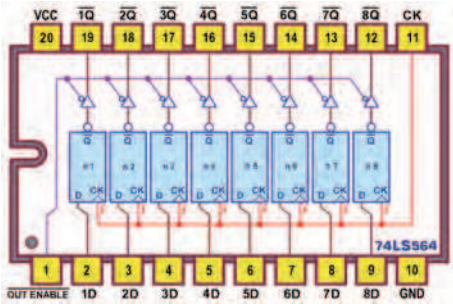


Figura 17: 3-State Octal D-Type Flip-Flops 74LS564: Pin-out.

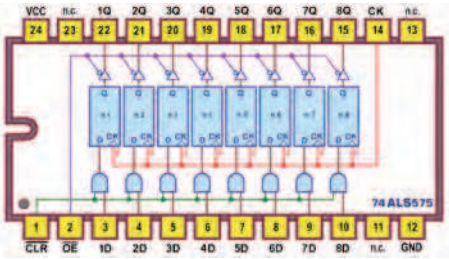
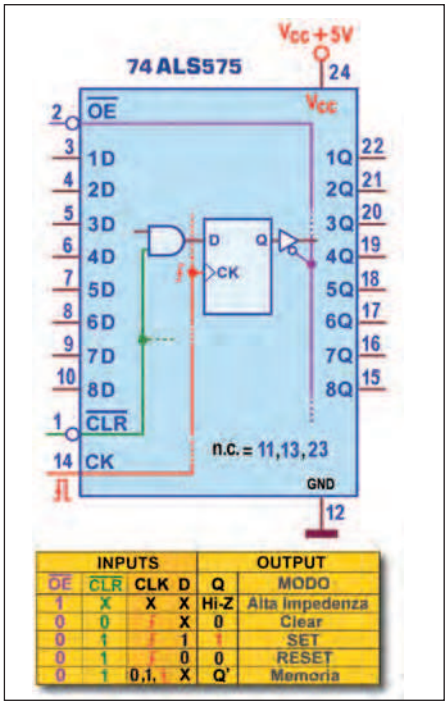


Figura 18: 3-State Octal D-Type Flip-Flops 74ALS575: Pin-out.



INPUTS				OUTPUT	
OE	CLR	CLK	D	Q	MODO
1	X	X	X	Hi-Z	Alta Impedenza
0	0	↑	X	0	Clear
0	1	↑	1	1	SET
0	1	↑	0	0	RESET
0	1	0,1,↓	X	Q'	Memoria

Figura 19: 3-State Octal D-Type Flip-Flops 74ALS575: Schema pratico e Tabella di Verità.

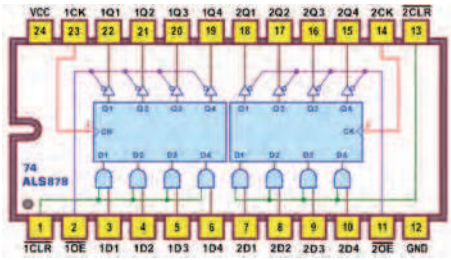
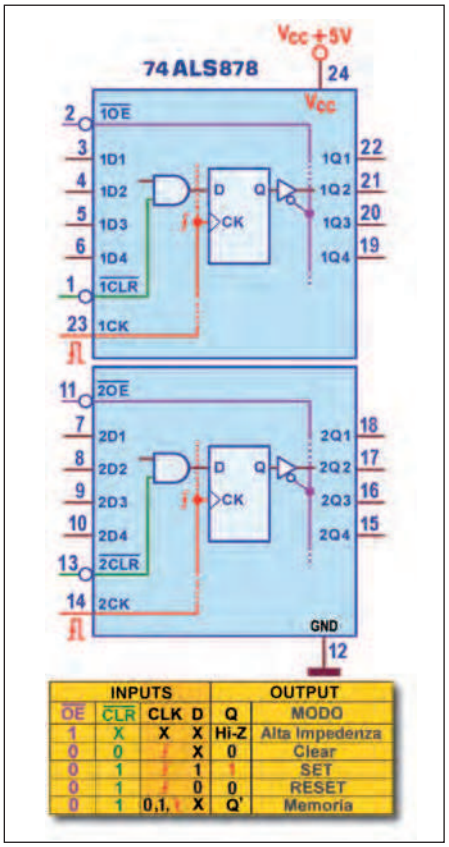


Figura 20: 3-State Dual 4 Bit D-Type Flip-Flops 74ALS878: Pin-out.



INPUTS				OUTPUT	
OE	CLR	CLK	D	Q	MODO
1	X	X	X	Hi-Z	Alta Impedenza
0	0	↑	X	0	Clear
0	1	↑	1	1	SET
0	1	↑	0	0	RESET
0	1	0,1,↓	X	Q'	Memoria

Figura 21: 3-State Dual 4 Bit D-Type Flip-Flops 74ALS878:Schema pratico e Tabella di Verità.

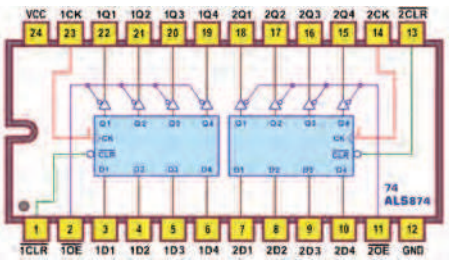
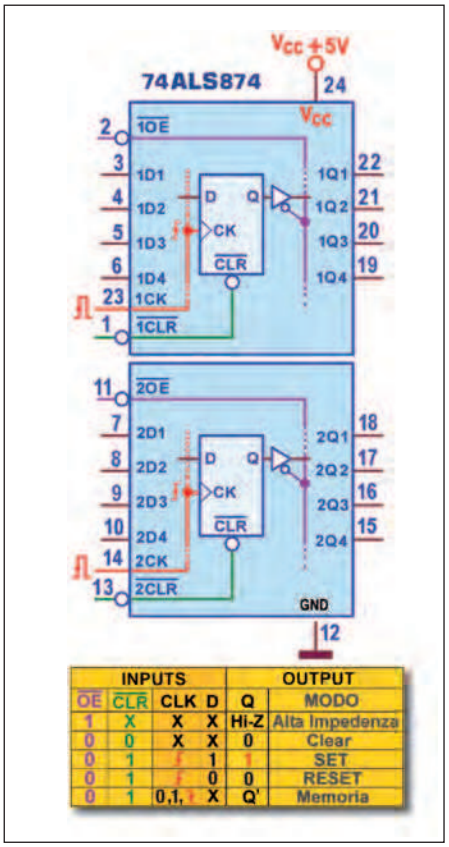


Figura 22: 3-State Dual 4 Bit D-Type Flip-Flops 74ALS874: Pin-out.



INPUTS				OUTPUT	
OE	CLR	CLK	D	Q	MODO
1	X	X	X	Hi-Z	Alta Impedenza
0	0	X	X	0	Clear
0	1	↑	1	1	SET
0	1	↑	0	0	RESET
0	1	0,1,↓	X	Q'	Memoria

Figura 23: 3-State Dual 4 Bit D-Type Flip-Flops 74ALS874: Schema pratico e Tabella di Verità.

bassa), di Clear (attiva bassa) e di Clock, sul fronte di salita del quale i dati D predisposti sugli ingressi sono trasferiti in uscita. La **figura 20** e **21** mostrano rispettivamente il pin-out e lo schema a blocchi del primo, lasciando al lettore il compito di adattarle al secondo, semplicemente sostituendo il buffer presente su ciascuna delle 8 uscite con uno invertente. Gli integrati 74ALS874 e 74ALS876 sono due proposte alternative, funzionalmente identiche rispettivamente al 74ALS878 e al 74ALS879, l'unica differenza è legata al compito affidato ai pin1 e pin13. Questa puntualizzazione è piuttosto raffinata e difficile da evidenziare, se non con un attento confronto tra le Tabelle di verità dei componenti coinvolti. In concreto: a) quelli che stiamo analizzando agiscono direttamente sulle uscite "interne" dei Flip-Flop, con la classica azione asincrona di Clear (per il 74ALS874, che le pone a 0) o di Preset (per il 74ALS876, che le forza a 1), ne consegue che le uscite "esterne" (a valle dei buffer 3-state) sono, comunque, sempre a 0, confermando nel primo caso il valore di quelle "interne" (essendo non invertenti) e complementandone il valore nel secondo (essendo invertenti); b) nei componenti cugini, invece, le linee che concorrono sui pin1 e pin13 sono sempre di tipo Clear ed agiscono, invece, sugli ingressi dei Flip-Flop, chiudendo (se attivate) una porta AND che azzera di fatto il valore del dato realmente coinvolto. Per questo, a valle dei buffer 3-state, le uscite "esterne" del 74ALS878 saranno coerentemente a 0 (per la presenza dei buffer non invertenti) mentre quelle del 74ALS879, saranno "illogicamente" a 1, per l'azione invertente dei rispettivi buffer. La **figura 22** e **23** mostrano rispettivamente il pin-out e lo schema a blocchi del 74ALS874, da esse sono facilmente deducibili quelle del 74ALS876, ritenendo negate le 8 uscite (essendo ora invertente l'azione dei buffer) e con Preset al posto di Clear. ❑

CODICE MIP 2804789

il tuo appuntamento estivo ti aspetta da giugno in edicola NON MANCARE!!!

se non la trovi ordinala qui: www.farelettronica.com/c2011

CODICE MIP 2806735

di GRAZIA ANCONA

filtri ATTIVI con amplificatori operazionali

(parte seconda)

Continuiamo la nostra trattazione esaurendo l'argomento dei filtri di primo ordine ed affrontando i filtri attivi di ordine superiore al primo.

Nella scorsa puntata abbiamo immaginato che i nostri filtri passa basso e passa alto di primo ordine, ottenuti con operazionali, avessero in banda passante un'attenuazione pari a 0 db. Questo valore sottintende un'amplificazione, ovvero un guadagno, pari all'unità. In altri termini il segnale non verrà amplificato in ampiezza e, al massimo, sarà riproposto in uscita inalterato quando la sua frequenza è compresa nella banda passante. Ho volutamente specificato "in ampiezza", ovvero in tensione, in quanto l'amplificazione in corrente è implicito che vi sia dal momento che nella nostra cella filtrante vi sono componenti attivi, per l'appunto gli operazionali. Raccogliere un segnale su un'impedenza alta e inviarlo su un'uscita caricata con impedenza più bassa equivale, sempre, ad un'amplificazione di corrente. Supponiamo, però, di voler ottenere anche un'amplificazione di tensione necessaria, ad esempio, ad elevare il livello di un microfono. In questo caso i circuiti presentati nella scorsa puntata non potrebbero aiutarci, il segnale del microfono, notoriamente di pochi millivolt, rimarrebbe tale e pertanto non idoneo a pilotare una cuffia o un altoparlante. La grande versatilità degli amplificatori operazionali permette di amplificare il segnale in tensione e, contemporaneamente, fornire una risposta filtrante di primo ordine (6 dB per ottava o 20 dB per decade) o anche di secondo ordine (12 dB per ottava o 40 dB per decade) utilizzando un solo elemento. Una cella filtrante amplificata in tensione e corrente prende il nome di filtro attivo anche se, come accennato, anche un filtro con operazionale che amplifica in tensione 0 dB (configurazione di voltage follower) è in realtà un filtro attivo. Naturalmente, l'amplificazione, in questo caso, riguarda esclusivamente la corrente. Riguardo i filtri di primo ordine amplificati è bene precisare subito due concetti importantissimi:

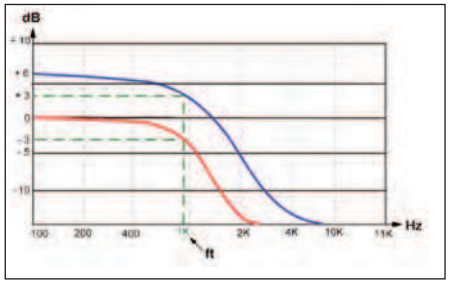


Figura 1: curva di risposta di un filtro passa basso ad amplificazione di 0 dB e di 6 dB.

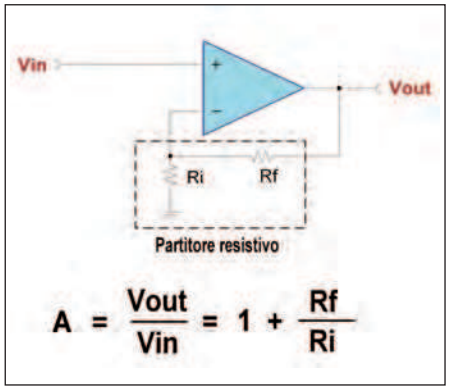


Figura 2: amplificatore non invertente con operazionale (schema di principio).

- Ad essere amplificato sarà anche il segnale in banda di reiezione (non solo le frequenze in banda passante).
- La pendenza del filtro, ovvero la sua capacità di attenuare i segnali in banda di reiezione, non cambia qualunque sia l'amplificazione scelta.

Soprattutto il secondo concetto deve essere inteso bene: un filtro da 6 dB per ottava (primo ordine) rimane tale sia che amplifichi 0 dB che, ad esempio, 40 dB.

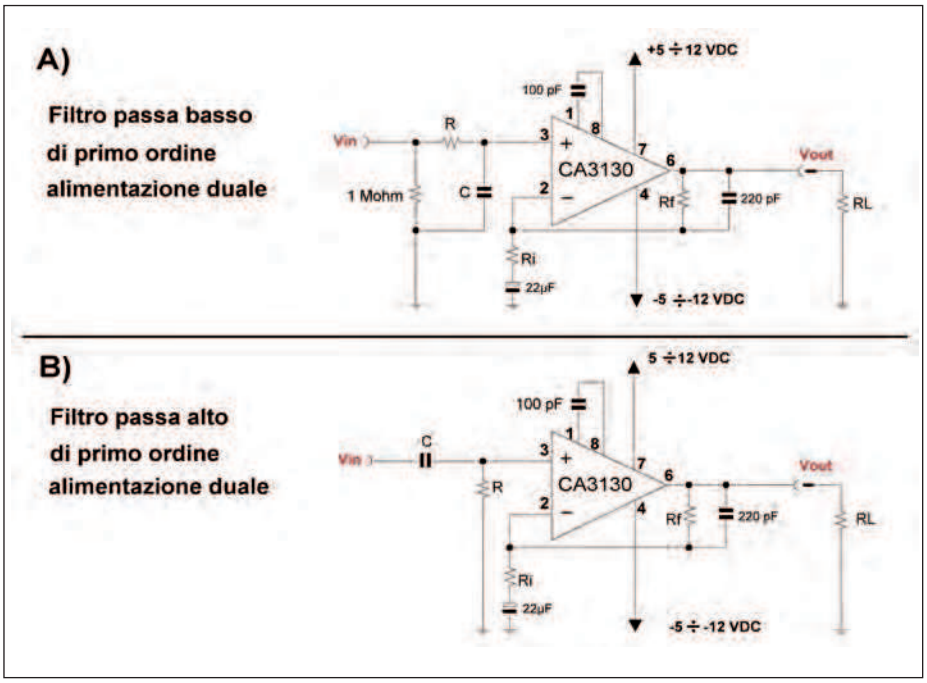


Figura 3: filtri attivi di primo ordine passa basso (A) e passa alto (B) con alimentazione duale.

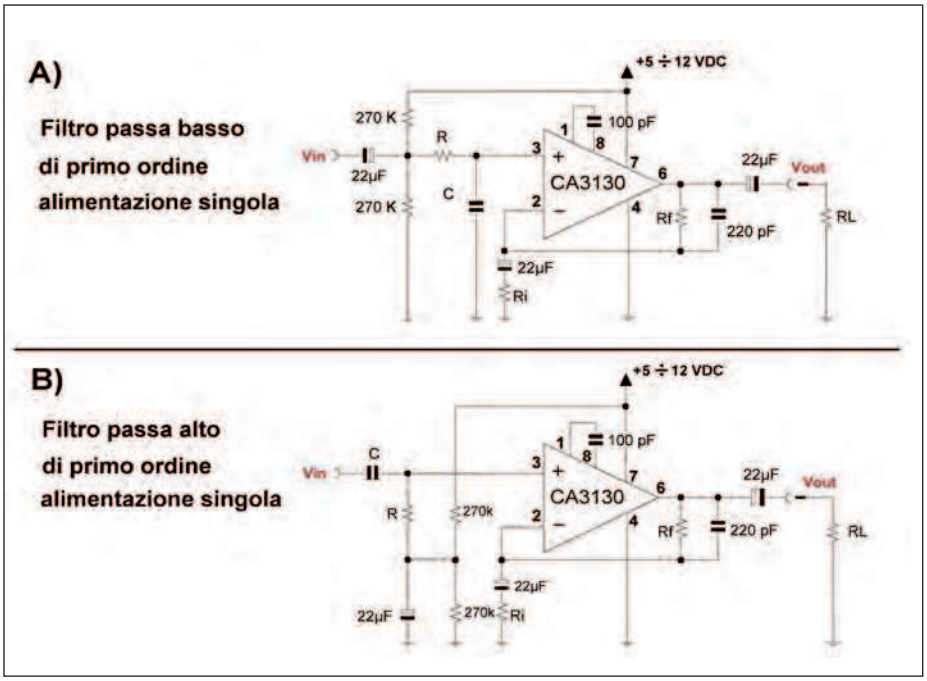


Figura 4: filtri attivi di primo ordine passa basso (A) e passa alto (B) con alimentazione singola.

In **figura 1** questo concetto è espresso in forma grafica. In termini pratici, l'amplificazione delle frequenze in banda di reiezione costituisce spesso un problema. Tornando all'esempio del microfono, si pensi che, nonostante la nostra voce possa giungere in cuffia forte e chiara, i rumori di fondo saranno altrettanto forti e interferiranno con la voce stessa. Per migliorare il rapporto fra segnale e rumore è quindi necessario intervenire sulla qualità del filtro, ovvero implementare una cella filtrante di ordine superiore al primo.

FILTRI ATTIVI DI PRIMO ORDINE

I filtri di primo ordine sono considerati dei veri e propri filtri di "servizio". In altri termini, essi sono usati quando l'ampiezza del segnale da filtrare non è molto grande rispetto al segnale in banda passante. Un'altra applicazione dei filtri di primo ordine si ha quando il segnale da filtrare possiede una frequenza molto lontana dal segnale in banda passante. Essendo la pendenza dei filtri di primo ordine abbastanza modesta, le curve caratteristiche di risposta saranno abbastanza regolari e molto vicine alle funzioni canoniche viste nella puntata precedente. Inoltre, i filtri di primo ordine sono quasi del tutto esenti da fenomeni di ripple (ondulazioni impreviste nella curva di trasferimento). A questo punto possiamo chiederci come ottenere l'amplificazione di tensione voluta dando per scontato, in base a quanto precedentemente affermato, che l'amplificazione di corrente è, comunque, presente. L'amplificatore operazionale, come è noto, consente di scegliere un'amplificazione di tensione variando opportunamente l'ampiezza del segnale che si "ripresenta" all'ingresso invertente (indicato anche come segnale di controreazione). Quest'ultimo è riproposto per mezzo di un semplice partitore di tensione che ne riduce opportunamente l'ampiezza e, in

TABELLA 1

TIPO DI FILTRO	FUNZIONE DI TRASFERIMENTO LINEARE	FUNZIONE DI TRASFERIMENTO LOGARITMICA
Passa basso di primo ordine amplificato	$A / \sqrt{1 + (2 \pi f / 2 \pi ft)^2}$	$20 \log_{10} A - (20 \log 10 \sqrt{1 + (2 \pi f / 2 \pi ft)^2})$
Passa alto di primo ordine amplificato	$A (2 \pi f / 2 \pi ft)^2 / \sqrt{1 + (2 \pi f / 2 \pi ft)^2}$	$20 \log_{10} A + (20 \log_{10} ((2 \pi f / 2 \pi ft) / \sqrt{1 + (2 \pi f / 2 \pi ft)^2}))$

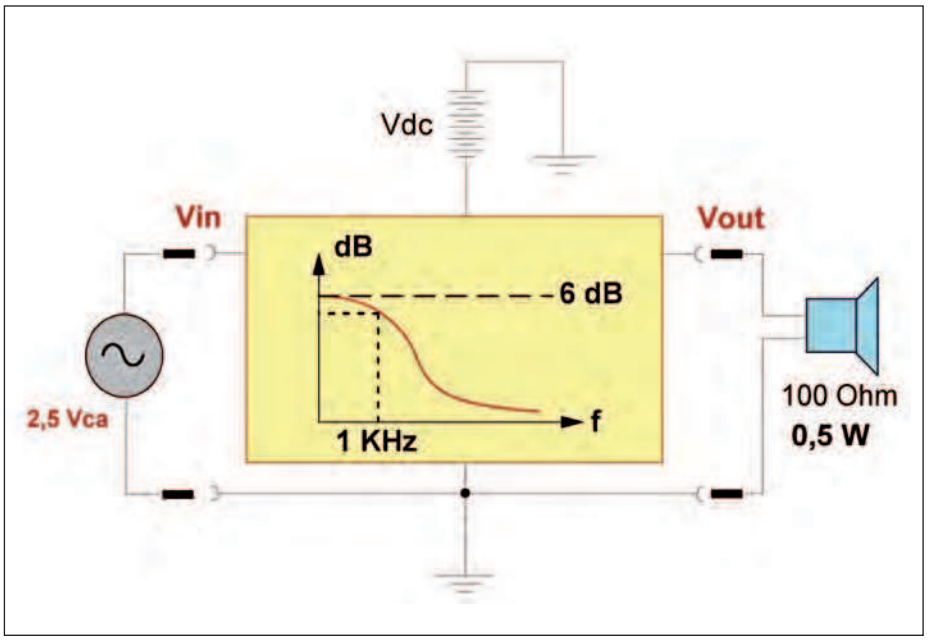


Figura 5: esempio di applicazione per filtro passa basso attivo (dati progettuali).

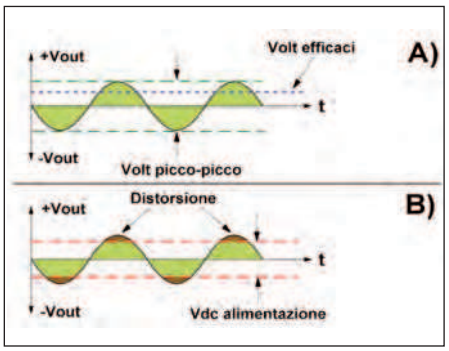


Figura 6: Volt efficaci e volt picco-picco di una funzione alternata sinusoidale (A) e fenomeni di distorsione dovuti ad alimentazione insufficiente (B).

sostanza, decide l'amplificazione del circuito. In **figura 2** è possibile osservare la configurazione circuitale appena descritta che prende il nome di amplificatore non invertente. Nella stessa figura è presente la funzione di trasferimento del circuito che, come si può osservare, dipende esclusivamente dal rapporto fra 2 resistenze: Rf e Ri. Variando il rapporto fra Rf e Ri possiamo distinguere tre casi limite:

- Tutta la Vout si ripresenta al pin invertente (Ri = infinito). E' il caso del voltage follower e non vi è amplificazione di tensione.
- Una parte di Vout si ripresenta al pin invertente. E' questa la modalità in cui il circuito offre un'amplificazione di tensione dipendente dal rapporto di Rf e Ri.
- La Vout non è riportata sul pin invertente (Rf = infinito). In questo caso l'amplificazione sarebbe teoricamente infinita. In pratica l'amplificatore saturerebbe (riportando in uscita la tensione di alimentazione positiva) anche con segnali d'ingresso estremamente piccoli. Questa modalità non può essere usata nel filtraggio di segnali alternativi.

L'applicazione del segnale all'ingresso positivo (anche detto "non invertente") oltre a "battezzare" questa configurazione circuitale consente, tra l'altro, di ottenere un segnale d'uscita in fase con quello d'ingresso (per il concetto di fase relativo ad un segnale alternato vedere la puntata precedente). Per ingresso si intende, in questo caso, quello dell'operazionale. Tuttavia, essendo il segnale d'ingresso vero e proprio transitante per la cella RC o CR, si avrà comunque uno sfasamento secondo le modalità già viste. Fatte queste premesse, è possibile far precedere la configurazione di **figura 2** da una semplice cella filtrante passa basso o passa alto per ottenere un filtro attivo di primo ordine. In **figura 3** mostriamo entrambi i circuiti realizzati con l'amplificatore operazionale CA3130 nella configurazione ad alimentazione duale. Naturalmente, è possibile utilizzare anche l'alimentazione singola accettando, per contro, una leggera complicazione nel circuito. Si noterà negli schemi la presenza di un condensatore di piccola capacità in parallelo ad Rf. La funzione di questo componente è quella di scongiurare auto-oscillazioni, magari a frequenza non udibile, di tutto l'insieme. Infatti, supponendo che il segnale di ritorno (o di controreazione) abbia una frequenza molto alta, troverà nel condensatore un cortocircuito o quasi. Come dire che il valore di Rf, alle frequenze di auto-oscillazione, sia pari a circa 0 Ohm. La conseguenza di ciò, è che la Vout si ripresenterà all'ingresso invertente senza subire alcuna attenuazione portando, in tal modo, l'amplificazione a valori prossimi all'unità. E' come se, per alte frequenze, il circuito diventasse un voltage-follower ma, per frequenze di BF, mantenesse intatta la sua amplificazione. Questo discorso è tanto più necessario quanto più l'amplificazione del circuito è elevata. Tuttavia, anche altri fattori possono determinare l'insorgere di auto-

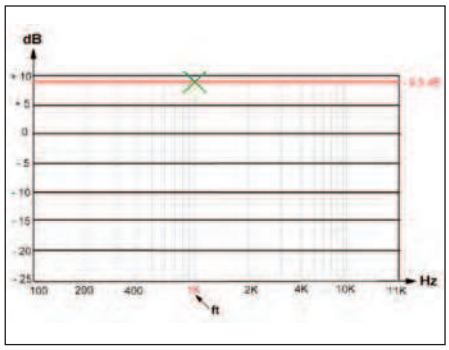


Figura 7: guadagno in banda passante riportato sul grafico delle frequenze.

TABELLA 2

TIPO DI FILTRO	FUNZIONE DI TRASFERIMENTO LOGARITMICA
Passa basso di secondo ordine (risposta Butterworth)	**$20 \log_{10} A - (20 \log_{10} (\sqrt{(f / ft)4 + 1}))$**
Passa alto di secondo ordine (risposta Butterworth)	**$20 \log_{10} A - (20 \log_{10} (\sqrt{(ft / f)4 + 1}))$**

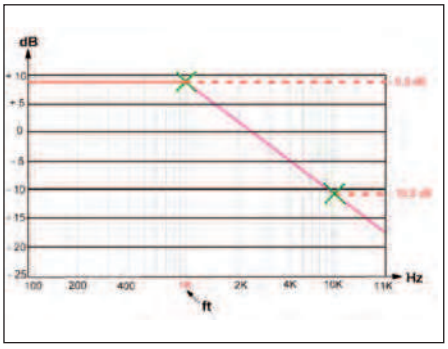


Figura 8: tracciamento degli asintoti della curva di trasferimento del filtro attivo passa basso .

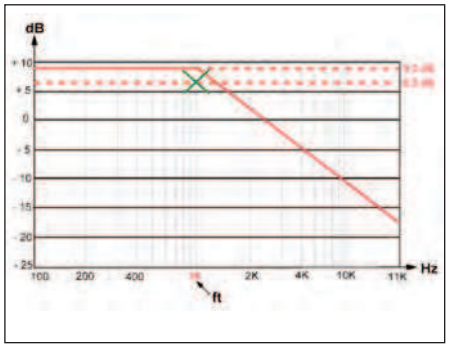


Figura 9: individuazione del punto relativo alla frequenza di taglio.

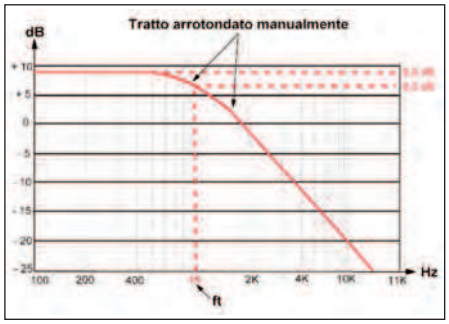


Figura 10: arrotondamento approssimativo della funzione intorno alla frequenza di taglio.

oscillazioni, elenchiamoli:

- Piste del circuito stampato troppo lunghe o che corrono parallele fra circuiti d'ingresso e d'uscita.
- Condensatori di by-pass in parallelo all'alimentazione troppo lontani dall'operazionale o insufficienti di capacità.
- Segnali ad alta frequenza presenti nei pressi dell'operazionale.
- Carico non puramente resistivo (ad esempio, una cuffia dinamica).
- Segnali d'ingresso forniti su impedenze troppo elevate (ad esempio, un microfono ceramico).
- Segnali d'ingresso aventi ampiezza tale da saturare l'operazionale.

Tutte queste cause sono state elencate in ordine di probabilità (la prima è la più facile a verificarsi) ma, se si vuole ottenere un buon progetto, è necessario tenere presenti tutti i fattori elencati. Le funzioni di trasferimento dei filtri di primo ordine presentati devono necessariamente tener conto del fattore di amplificazione in banda passante che, lo ripetiamo, è pari a:

$$A = 1 + Rf / Ri$$

in cui:

$$A = Vout / Vin$$

D'ora in avanti tale relazione, che può essere assimilata a tutti gli effetti alla funzione di trasferimento in banda passante, verrà semplicemente definita con la lettera "A". E' necessario comprendere che la relazione di cui sopra è valida esclusivamente per segnali in banda passante. Infatti, in banda di reiezione, la nostra Vin sarà attenuata dalla cella filtrante e pertanto questo fattore deve essere considerato nella funzione di trasferimento nella sua forma completa. In **tabella 1** sono presentate le funzioni di trasferimento di filtri di primo ordine passa basso e passa alto, per semplificare il lavoro del progettista esse sono esposte anche in forma logaritmica in modo da adattarne immediatamente i valori ai grafici comunemente usati. Nell'applicare le formule in tabella si ricordi che la frequenza di taglio **ft** (comune sia per la tipologia passa basso che per quella passa alto) dipende dal prodotto di R e C, più precisamente:

$$ft = 1 / (2 \pi R C)$$

mentre **f** è semplicemente la frequenza del segnale in ingresso di cui vogliamo conoscere la Vout avendo nota la Vin (o viceversa). Le funzioni di trasferimento illustrate in **tabella 1** sono in grado di individuare, punto per punto, l'andamento del segnale in funzione della frequenza rendendo possibile lo studio grafico del filtro. Avere una "visione" globale del comportamento del filtro è decisamente il modo più comodo per decidere se un dato circuito può essere adatto o meno agli scopi che ci siamo prefissi. Tuttavia, tracciare un grafico per punti è un'operazione tediosa alla quale, nell'era dei computer, mal ci adattiamo! Meglio sarebbe usare un programma di simulazione (ad esempio, PSPICE) e delegare il lavoro al nostro PC. Esiste però un modo molto semplice, seppure non molto preciso, per avere un'idea abbastanza reale del comportamento del filtro. Lo consiglio a coloro che non hanno molta dimestichezza con i programmi di simulazione oppure a chi si trova a disporre solo di carta e penna (e di un po' di buona volontà...). Il metodo è definito "diagramma per spezzate" ed è alla base di un modo di procedere molto noto negli ambienti di progettazione. La parola "spezzate" indica, per l'appunto, una discreta approssimazione nel disegnare curve che, per l'occasione, diventano segmenti lineari. Applichiamo l'esempio ad un filtro passa basso attivo che dovrebbe pilotare un altoparlante da 100 Ohm di impedenza garantendo, in banda passante, una potenza di 0,5 W per tutte le frequenze inferiori ad 1 KHz. Il segnale d'ingresso sarà (è solo un esempio) un trasduttore acustico capace di fornire un segnale

TABELLA 3

FATTORI DI SMORZAMENTO PER SINGOLA CELLA (A)

ORDINE DEL FILTRO	PRIMA CELLA	SECONDA CELLA	TERZA CELLA
Primo (20 dB/dec.)	1,0	-	-
Secondo (40 dB/dec.)	1,414	-	-
Terzo (60 dB/dec.)	1,0	1,0	-
Quarto (80 dB/dec.)	1,848	0,765	-
Quinto (100 dB/dec.)	1,0	1,618	0,618
Sesto (120 dB/dec.)	1,932	1,414	0,518

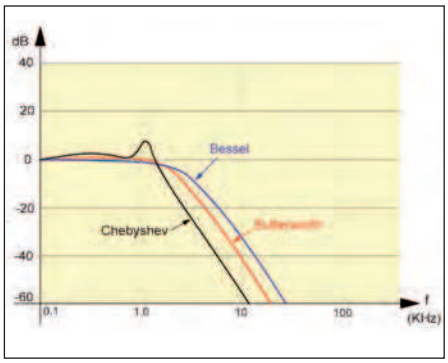


Figura 11: possibili risposte di un filtro passa basso di secondo ordine.

piuttosto ampio: 3,5 Vca. Lo schema di **figura 5** chiarisce e riassume quanto stabilito nell'impostazione del progetto. E' evidente che la **ft** del nostro filtro attivo sarà impostata ad 1 KHz mentre, per la funzione di trasferimento in banda passante, dobbiamo eseguire alcuni semplici calcoli in cui, avendo nota la Vin (3,5 Vca), sarà nostro compito ricavare l'ampiezza della Vout. Questa ultima non è fornita ma noi sappiamo che deve essere garantita una potenza di 0,5 W su un carico di 100 Ohm. Per conoscere la Vout occorre prima sapere la Iout per cui, applicando la legge di Ohm, si avrà:

$$Iout = \sqrt{(W / R)}$$

Sostituendo i valori otterremo:

$$Iout = \sqrt{(0,5 / 100)} = 0,07 \text{ Aca}$$

A questo punto è possibile calcolare la Vout:

$$Vout = 100 \times 0,070 = 7 \text{ Vca}$$

Una volta nota la Vout, prima di definire la funzione di trasferimento in banda passante, dobbiamo preoccuparci della tensione di alimentazione. A tal proposito si ricordi che i Vca d'uscita sono espressi in valore efficace. D'altro canto, ai fini della determinazione della tensione di alimentazione minima, ci occorre sapere i Vpp (volt picco-picco). Solo questo dato, infatti, ci permette di capire se l'escursione in ampiezza della tensione d'uscita è "coperta" interamente dalla Vdc di alimentazione e la distorsione è così scongiurata. In **figura 6 A** possiamo osservare la corrispondenza fra volt efficaci e volt picco-picco mentre, in **figura 6 B**, si può osservare il verificarsi di distorsione in caso la tensione d'alimentazione sia inferiore a quanto richiesto dall'escursione della Vout. Il tipo di distorsione appena accennato prende il nome di clipping. Come si può notare dalla **figura 6 A** la tensione efficace, facilmente misurabile con un qualsiasi multimetro, è abbastanza lontana dal valore picco-picco! Esiste una formula che ci permette di conoscere la tensione picco-picco di una funzione alternata sinusoidale una volta nota la Vca efficace:

$$Vpp = 2 \times Vca \times 1,41$$

Nel nostro caso si avrà:

$$Vpp = 2 \times 7 \times 1,41 = 19,74$$

Sarà opportuno prendere un margine di circa 2 V rispetto al valore così ottenuto (1 V per ogni elemento attivo presente nel circuito d'uscita dell'operazionale). Da cui:

$$Vdc = 19,74 + 2 = 21,74$$

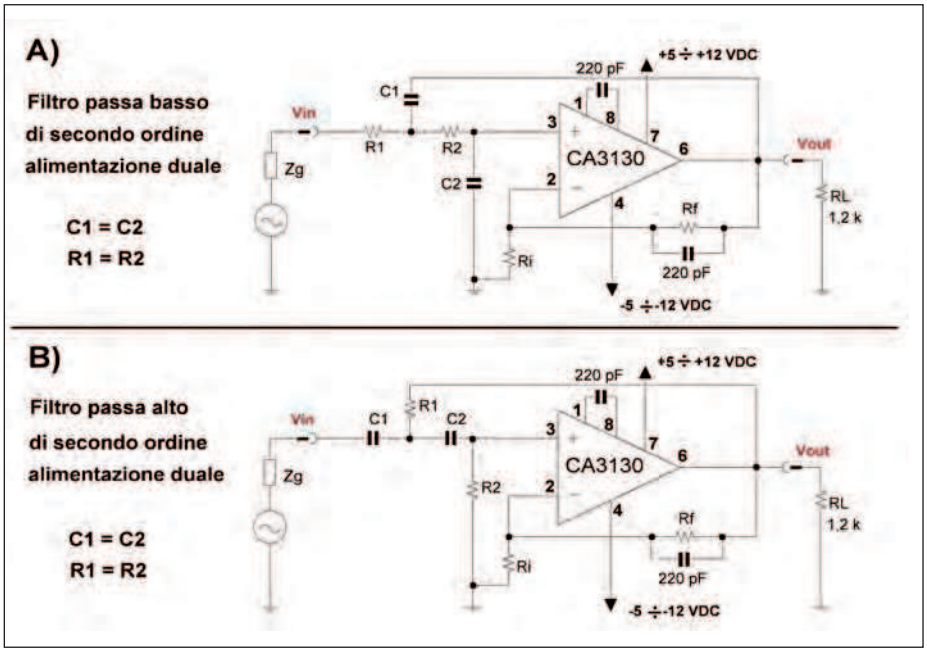


Figura 12: filtro passa basso e passa alto di secondo ordine con alimentazione duale.

TABELLA 4

VALORI RESISTIVI PER RF ED RI (resistori a 2 cifre)

ORDINE DEL FILTRO	PRIMA CELLA	SECONDA CELLA	TERZA CELLA
Secondo (40 dB/dec.)	Ri = 47 K Rf = 27 K	-	-
Terzo (60 dB/dec.)	A = 0 dB (primo ordine)	Ri = 10 K Rf = 10 K	-
Quarto (80 dB/dec.)	Ri = 15 K Rf = 2,2 K	Ri = 18 K Rf = 22 K	-
Quinto (100 dB/dec.)	A = 0 dB (primo ordine)	Ri = 39 K Rf = 15 K	Ri = 12 K Rf = 18 K
Sesto (120 dB/dec.)	Ri = 100 K Rf = 6,8 K	Ri = 47 K Rf = 27 K	Ri = 15 K Rf = 22K

Ora possiamo arrotondare al valore standard più vicino, e cautelarci da eventuali aumenti imprevisti della Vin, scegliendo una tensione d'alimentazione pari a 24 Vdc. In caso d'alimentazione duale, questo valore può essere diviso per 2 e portato a +12 Vdc per l'alimentazione positiva e -12 Vdc per quella negativa (massa connessa al polo centrale). Inoltre, va verificato che l'operazionale scelto deve poter funzionare con le tensioni d'alimentazione sopra citate e, se possibile, con un piccolo margine di sicurezza. Torniamo alla funzione di trasferimento in banda passante che, noti i valori di Vin e Vout, può ora essere calcolata:

$$A = 1 + Vout / Vin = 1 + 7 / 3,5 = 3$$

Convertiamo il valore in dB poiché la funzione grafica userà tale unità di misura in ascisse:

$$20 \times \log_{10} 3 = 9,5 \text{ db}$$

Questo dato sarà riportato sul grafico di **figura 7** sotto forma di una retta parallela alle ascisse corrispondente, per l'appunto a circa 9,5 dB. Sulla retta appena tracciata, ricaviamo un punto in corrispondenza della nostra **ft** (1 KHz) e segniamolo con una piccola croce (vedi sempre **figura 7**). A questo punto è necessario fare qualche considerazione. Noi sappiamo che il nostro filtro di primo ordine attenua il segnale di 6 dB per ottava oppure, ed è il caso che applicheremo al nostro grafico, -20 dB per decade. Avendo stabilito la frequenza di taglio ad 1 KHz, la prima decade superiore cadrà a 10 KHz in piena banda di reiezione. Adesso facciamo un semplice calcolo sottraendo all'amplificazione in banda passante, 9,5 dB, il valore di attenuazione in prima decade, ovvero -20 dB:

$$9,5 - 20 = -10,5 \text{ dB}$$

Riportiamo questo valore sul grafico in corrispondenza della frequenza di 10 kHz e tracciamo un'altra piccola croce nel punto trovato. Adesso uniamo con una retta le due croci, dovremmo avere una funzione simile a quella mostrata in **figura 8**. Coraggio, siamo quasi alla fine! La curva così ottenuta, seppure già ci dà un'idea abbastanza reale delle qualità del filtro attivo, è poco veritiera. Questo è vero, soprattutto, nel punto relativo alla frequenza di taglio. In effetti, per rendere il nostro lavoro quasi perfetto, occorrerà un altro semplice lavoro di "aggiustamento". Sottraiamo al valore di amplificazione in banda passante (9,5 dB) il fatidico valore di -3dB e segniamo con una piccola croce il punto trovato in corrispondenza della frequenza di taglio del circuito che è, per l'appunto, 1 KHz. Con un po' di fantasia, costruiamo una curva che, passando per quest'ultimo punto, ricongiunge gli asintoti del guadagno in banda passante e della pendenza di attenuazione. Una volta fatto ciò, è possibile eliminare la precedente spezzata con angolo ottuso e, finalmente, si avrà una funzione di trasferimento abbastanza veritiera (vedi **figura 10**). Questo modo di procedere, seppure con tutti i suoi limiti, può essere applicato a qualsiasi tipo di filtro, anche di ordine superiore al primo.

FILTRI DI ATTIVI SECONDO ORDINE

I filtri di secondo ordine hanno una pendenza di 12 dB per ottava o 40 dB per decade e rappresentano un netto miglioramento di prestazioni rispetto ai filtri di primo ordine appena visti. Sono utilizzati largamente in sistemi audio ove occorra un taglio netto delle frequenze in banda di reiezione, ad esempio, i filtri crossover attivi, e sono basilari nella realizzazione di filtri di ordine superiore al secondo. C'è anche da dire che con un solo operazionale non è possibile realizzare filtri di ordine superiore al secondo e, per ottenere ordini ancora superiori, è necessario ricorrere a filtri a più stadi connessi in cascata. A fronte delle loro prestazioni, i filtri di secondo ordine presentano alcune complessità che cercheremo di spiegare. Intanto vi è da dire che esistono più soluzioni circuitali per ottenere lo stesso filtro di secondo ordine. In questa trattazione, però, ne sarà affrontata una sola, definita VCVS (Volt Controlled – Volt Source), oppure, in onore a coloro che la sperimentarono per primi, Sallen e Key. I filtri di secondo ordine non hanno un solo tipo di risposta nella funzione di trasferimento, ve ne sono 3 e dipendono dal guadagno del filtro. Elenchiamole:

- Risposta Butterworth
- Risposta Bessel
- Risposta Chebyshev

In **figura 11** è possibile avere un'idea grafica della differenza fra queste 3 tipologie che, per semplicità, sono relative tutte ad un filtro passa basso. Come si può facilmente osservare, la risposta Butterworth è identica a quella di un filtro di primo ordine (vedi prima parte), fatta ec-

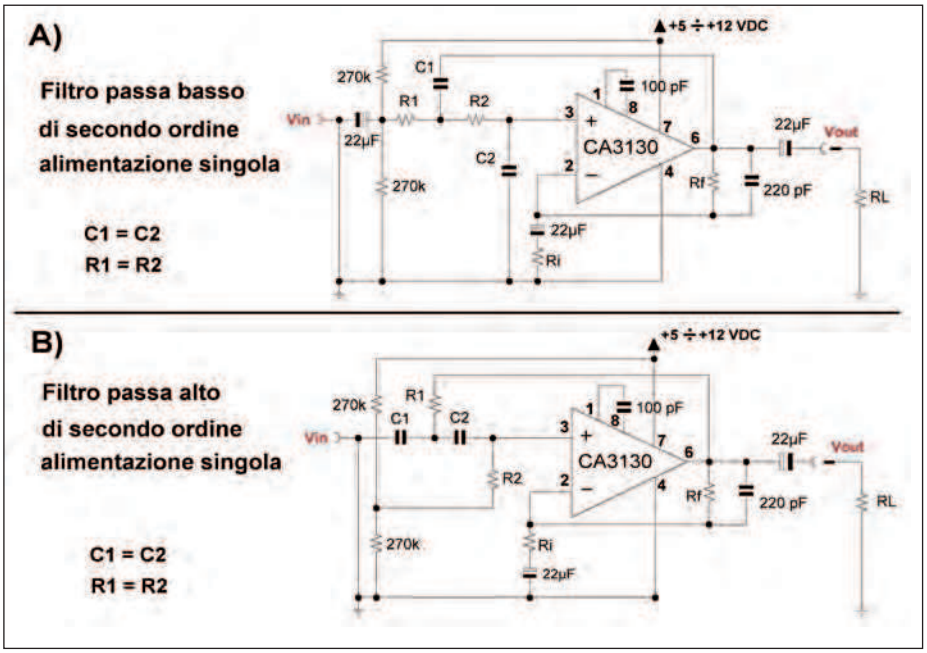


Figura 13: filtro passa basso e passa alto di secondo ordine con alimentazione singola.

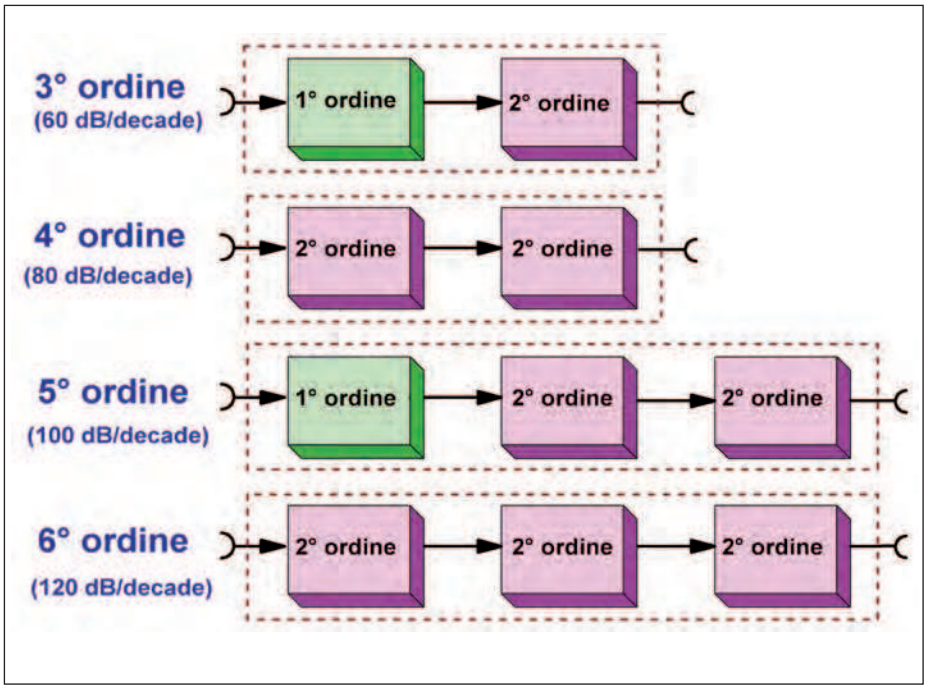


Figura 14: collegamento in cascata di celle filtranti di primo e secondo ordine.

cezione per la pendenza, naturalmente. Nel campo audio la risposta Butterworth è quella generalmente preferibile in quanto non presenta fastidiose ondulazioni nei pressi della frequenza di taglio (come Chebyshev) ed è abbastanza netta la separazione della banda di reiezione dalla banda passante. Inoltre, aumentando l'ordine del filtro, non vi saranno risposte "imprevedibili" nella funzione di trasferimento. Tuttavia, la risposta di Bessel è preferita quando ad interessare il filtro sono segnali digitali. Infatti, a parità di pendenza, lo sfasamento introdotto è decisamente minore rispetto alle altre tipologie. Tenendo conto che con segnali digitali è molto importante mantenere l'esatta posizione temporale dell'impulso, va da sé che le altre configurazioni, decisamente più invasive dal punto di vista dello sfasamento, sono de evitare. L'orecchio umano, per contro, non ha modo di percepire le differenze di fase per cui, d'ora in avanti, saranno prese in considerazioni solo risposte tipo Butterworth. E' il momento di introdurre un ulteriore concetto che, in sintesi, "decide" il tipo di risposta, sia essa Butterworth, Chebyshev o Bessel. Si tratta del cosiddetto fattore di smorzamento che è spesso indicato con la lettera greca a (pronuncia alfa). Il fattore di smorzamento è un parametro presente in tutte le reti che funzionano a frequenza variabile e possiamo immaginarlo come la tendenza di un sistema, sia esso elettronico o meccanico, a mantenere nel tempo la sollecitazione ricevuta (una tensione, una forza, ecc...). Facciamo un esempio. Tutti conoscono il pendolo e le sue applicazioni, nel nostro esempio immaginiamo un semplice pendolo che non muove ingombranti orologi ma, diciamo così, è fine a se stesso. Ebbene, come vuole l'esperienza comune, se noi diamo un impulso al sistema, magari sollevando il peso da un lato per poi lasciarlo ricadere liberamente, esso comincerà ad oscillare per un certo tempo per poi fermarsi. Supponiamo adesso di ripetere questa esperienza nel fondo di una piscina applicando, per quanto possibile, lo stesso tipo di impulso dato precedentemente. Anche in questo caso il pendolo comincerà ad oscillare ma il tempo in cui sosterrà tale movimento, prima di fermarsi, sarà decisamente più breve rispetto al caso in aria libera!

Se poi l'esperienza fosse ripetuta nello spazio, lontano da ogni sorgente gravitazionale, il pendolo semplicemente non smetterebbe più di oscillare. Quello che è cambiato, in questi 3 casi, è il fattore di smorzamento. In particolare, si è passati da uno smorzamento irrisorio in aria libera a quello più sostenuto nell'acqua e, alla fine, ad uno smorzamento inesistente nello spazio siderale. Per ottenere una risposta filtrante ben precisa, nel nostro caso Butterworth, sarà necessario conoscere a priori il fattore di smorzamento per poi considerare l'amplificazione. Infatti, il fattore di smorzamento a dipende alquanto dal coefficiente di amplificazione.

Nei filtri di primo ordine il fattore di smorzamento è sempre uguale ad 1. Nei filtri di secondo ordine il fattore di smorzamento, nel caso di una cella singola, deve essere pari a 1,414. Naturalmente, piccole variazioni rispetto a questo numero non incidono particolarmente sul tipo di rispo-

TABELLA 5

VALORI RESISTIVI PER RF ED RI (RESISTORI A 3 CIFRE CON TOLLERANZA 1% O MIGLIORE)

ORDINE DEL FILTRO	PRIMA CELLA	SECONDA CELLA	TERZA CELLA
Secondo (40 dB/dec.)	Ri = 17,4 K Rf = 10,2 K	-	-
Terzo (60 dB/dec.)	A = 0 dB (primo ordine)	Ri = 10,0 K Rf = 10,0 K	-
Quarto (80 dB/dec.)	Ri = 15,0 K Rf = 2,26 K	Ri = 10,7 K Rf = 13,7 K	-
Quinto (100 dB/dec.)	A = 0 dB (primo ordine)	Ri = 39,2 K Rf = 15 K	Ri = 10,7 K Rf = 14,7 K
Sesto (120 dB/dec.)	Ri = 100 K Rf = 6,81 K	Ri = 17,4 K Rf = 10,2 K	Ri = 13,3 K Rf = 19,6 K

sta. La relazione che lega il guadagno di un filtro al fattore di smorzamento è, nel caso di un filtro Sallen – Key, la seguente:

$$A = 3 - a$$

Essendo il guadagno dipendente dal rapporto fra i resistori Rf e Ri si otterrà:

$$1 + (Rf / Ri) = 3 - a$$

Da cui, conoscendo a e sostituendo i valori, si otterrà il rapporto fra Rf e Ri:

$$Rf / Ri = 0{,}574$$

Ed il relativo guadagno della nostra cella di secondo ordine, ovvero:

$$A = 1 + 0{,}574 = 1{,}574$$

O, se espresso in dB:

$$20 \times \log_{10} 1{,}574 = 3{,}94 \text{ dB}$$

Riassumendo, la nostra cella di secondo ordine con risposta Butterworth ed in configurazione VCVS (Sallen-Key) potrà lavorare con uno ed un solo guadagno di tensione pari a 3,94 dB. Questo discorso è valido sia per filtri passa basso che passa alto e con qualunque modalità di alimentazione.

SCHEMATIZZAZIONE DI FILTRI ATTIVI DI SECONDO ORDINE

A differenza dei filtri di primo ordine, la configurazione Sallen-Key prevede il raddoppio dei componenti R e C determinanti la frequenza di taglio. Tuttavia, essendo i valori di R e di C identici fra loro, vi è una certa semplificazione a livello circuitale. Nella progettazione potremmo trovare problemi nel reperire componenti del valore esatto rispetto a quello calcolato. Questa condizione potrebbe sussistere anche per Rf e Ri in quanto il loro rapporto è fissato a priori e non permette troppa scelta di valori commerciali. In questo caso è possibile usare valori standard accettando un certo grado di tolleranza oppure, in alternativa, possiamo usare resistenze a bassa tolleranza (in genere 1 o 2 %) che possono avere 3 cifre significative ed avvicinarsi molto al valore di rapporto calcolato. In particolare, se il filtro non è connesso ad altre celle, possiamo usare i seguenti valori:

- Resistenze a 2 cifre significative:
Rf = 27 Kohm e Ri = 47 Kohm
- Resistenze a 3 cifre significative:
Rf = 10,2 Kohm e Ri = 17,4 Kohm

In generale potremmo enunciare una serie di regole che ci permettono di affrontare il problema di reperibilità di componenti il cui valore non è standard. In ordine d'importanza:

- Determinare sempre per primo il valore di C, le resistenze sono più facilmente reperibili e hanno una gamma di valori commerciali più estesa.
- E' possibile usare resistenze di precisione a 3 cifre, se necessario. Il loro costo è assolutamente paragonabile a quello delle resistenze a 2 cifre e, in generale, le prestazioni del circuito miglioreranno.
- Possiamo ricavare il valore esatto ricorrendo a serie o parallelo di più resistenze.
- Componenti aventi tolleranze al 10% (o più) possono essere selezionati in base ai valori desiderati con un semplice tester.
- Tolleranze nell'ordine del 5% rispetto ai valori calcolati non influiscono in modo significativo sui valori teorici ottenuti.

Va detto, peraltro, che l'ultima regola non è applicabile ai filtri notch o filtri selettivi a banda stretta. In questi casi, le prestazioni possono scostarsi notevolmente da quanto ci aspettiamo se venissero usati componenti con valori anche poco dissimili rispetto ai calcoli teorici. Comunque, ritorneremo meglio su questi argomenti nel corso della prossima puntata. In **figura 12 A-B** sono mostrati gli schemi relativi a filtro passa basso e passa alto di secondo ordine tipo Sallen-Key ad alimentazione duale mentre, in **figura 13 A-B**, sono mostrati gli stessi nella configurazione ad alimentazione singola. Il valore dei resistori Rf e Ri è quello indicato in precedenza mentre, per la funzione di trasferimento espressa in dB, possiamo consultare la **tabella 2**. La frequenza di taglio, la cui relazione è condivisa anche stavolta da entrambi i tipi di filtro, è data da una relazione che dovrebbe esserci già nota:

$$ft = 1 / (2 \text{ p } R1 \text{ } C1)$$

FILTRI DI ORDINE SUPERIORE AL SECONDO

Per ottenere filtri di ordine superiore al secondo occorre disporre di più celle disposte in cascata in quanto, come già accennato, un solo operazionale può, al massimo, fornire una risposta di secondo ordine. In **figura 14** è mostrato un esempio in cui la composizione di più celle filtranti consente di ottenere un'unica funzione di ordine pari alla somma degli ordini delle singole celle. I filtri di ordine superiore al secondo vengono usati ove è neces-

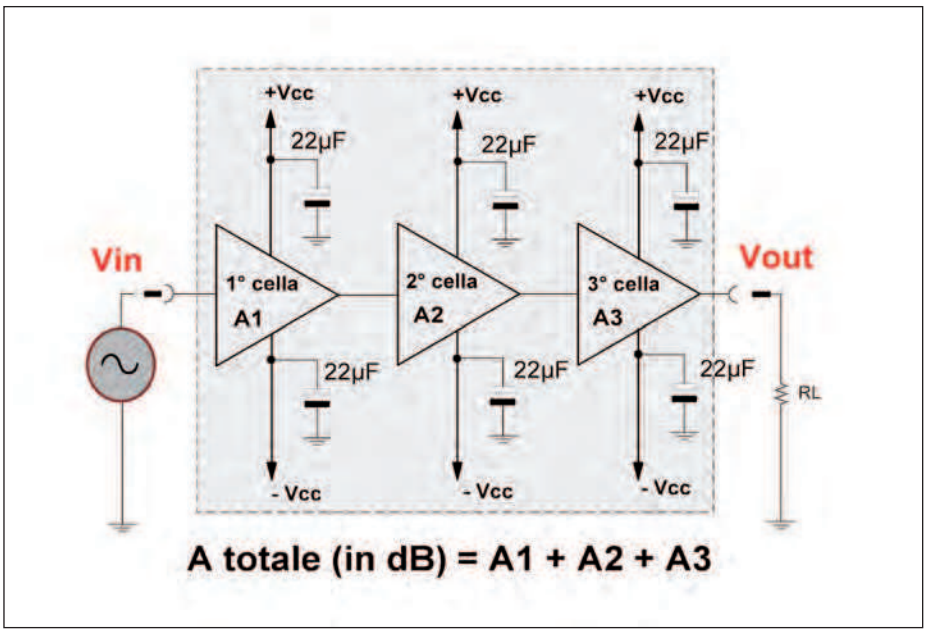


Figura 15: accortezze progettuali nell'impiego di filtri composti da più celle.

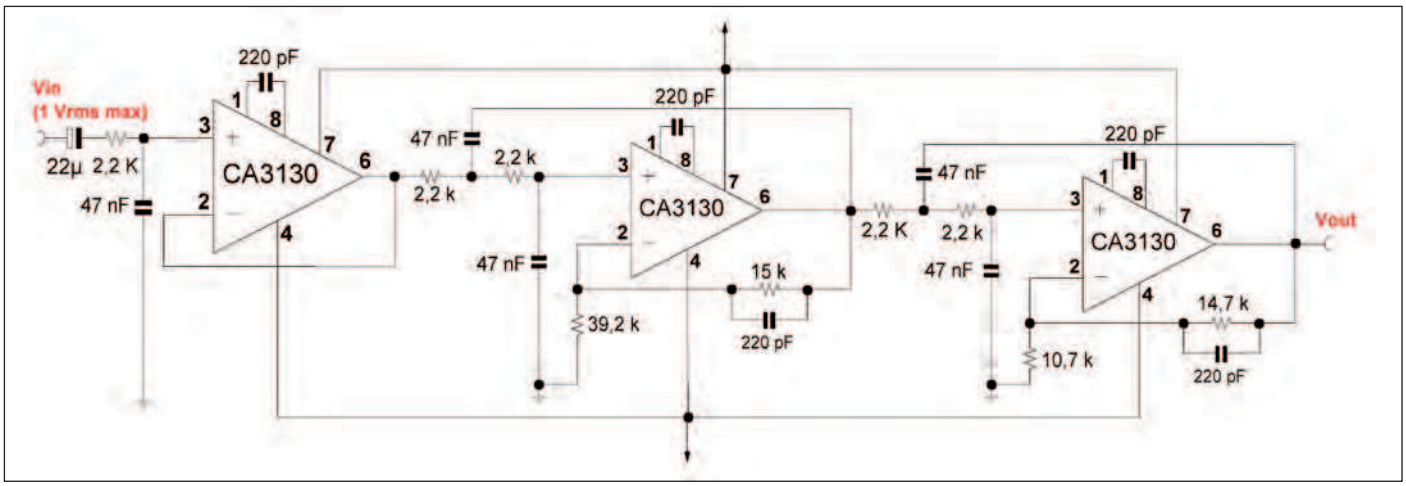


Figura 16: esempio di filtro di quinto ordine Butterworth con ft pari a 1600 Hz.

sario per disporre di una forte reiezione delle frequenze indesiderate, questo anche a costo di complicazioni circuitali. L'uso tipico di filtri di quarto e quinto ordine è nella strumentazione analogica e nei circuiti ove il segnale di BF deve poi essere convertito in forma numerica. Filtri di ordine superiore al sesto non vengono di solito usati nella configurazione Sallen - Key e, comunque, non hanno applicazioni in bassa frequenza. Disporre sulla linea del segnale 3 o 4 operazionali impone l'uso di modelli a basso rumore (come il CA3130) oppure di operazionali appositamente progettati per il trattamento dei segnali audio. Le linee di alimentazione dovranno essere molto filtrate ed è opportuno, anche se non obbligatorio, usare alimentazioni di tipo duale. In **figura 15** vi è la rappresentazione schematica di quanto detto.

Per ottenere una risposta filtrante tipo Butterworth occorre tenere presente i seguenti punti:

- Le celle devono essere disposte in modo che quelle con l'ordine più basso (se presente) siano inserite per prime o, se si preferisce, in ordine decrescente rispetto al fattore di smorzamento.
- Ogni cella di secondo ordine deve avere un appropriato fattore di smorzamento e questo dipende dalla sua posizione nella catena filtrante.

L'osservanza dei suddetti punti fa sì che non vi siano 2 celle identiche come guadagno mentre dovranno necessariamente esserlo nel valore dei componenti R e C determinanti la frequenza di taglio. Inoltre, il guadagno in banda passante è definito, e tale rimarrà, non appena viene definito il numero delle sezioni con cui sarà composto il nostro filtro. E' peraltro possibile intervenire sul guadagno dell'intera sezione agendo sui filtri di primo ordine che hanno sempre un fattore di smorzamento pari ad 1. Questo significa che, indipendentemente dal guadagno in banda passante, daranno sempre una risposta tipo Butterworth. I filtri di primo ordine sono presenti nelle catene filtranti di ordine dispari (3° o 5° ordine) e, come già accennato, dovranno necessariamente essere posti all'inizio della catena stessa. In **tabella 3** possiamo osservare le funzioni di trasferimento generica di filtri di secondo ordine aventi il fattore di smorzamento (a) diverso da quello previsto per una singola cella. Il valore di a deve essere determinato dalla posizione del nostro filtro all'interno della catena filtrante così come mostrato in **tabella 4**. Nella stessa tabella possiamo trovare i fattori di smorzamento per filtri fino al sesto ordine. Per aiutare il lettore

TABELLA 6

		VALORI DI AMPLIFICAZIONI PER SINGOLE CELLE E TOTALE			
ORDINE DELLA CATENA FILTRANTE		1A CELLA	2A CELLA	3A CELLA	TOTALE
2° ordine	Assoluto	1,6	-	-	1,6
	In dB	+4 dB			+4 dB
3° ordine	Assoluto	1,0	2,0	-	2,0
	In dB	0 dB	+ 6 dB		+6,0 dB
4° ordine	Assoluto	1,15	2,23	-	2,6
	In dB	+ 1,2 dB	+ 7 dB		+ 8,2 dB
5° ordine	Assoluto	1,0	1,38	2,4	3,3
	In dB	0 dB	+ 2,8 dB	+ 7,5 dB	+ 10,3 dB
6° ordine	Assoluto	1,07	1,6	2,5	4,3
	In dB	+ 0,6 dB	+ 4 dB	+ 7,9 dB	+ 12,5 dB

nella progettazione di celle filtranti sono stati riportati in **tabella 5** i valori resistivi di Rf e Ri in ordine al fattore di smorzamento richiesto. Nella suddetta tabella sono usati resistori a 2 cifre di comune reperibilità ma che, purtroppo, non consentono un'elevata precisione rispetto ai calcoli teorici. Per ovviare a ciò è possibile consultare la **tabella 5** dove possiamo trovare i valori di Rf e Ri forniti da resistori a 3 cifre. I valori di **tabella 5** sono quindi più reali rispetto ai calcoli e consentono elevate precisioni nella risposta filtrante. Un'altra tabella che può risultare utile è la **tabella 6**. In essa appaiono le amplificazioni parziali e totali di ogni catena filtrante fino al sesto ordine. Infatti, una volta definito l'ordine del filtro ed il tipo di risposta (nei nostri esempi sempre Butterworth), l'amplificazione di ogni sezione di secondo ordine è necessariamente fissata a priori. Per semplicità si è supposto che i filtri di primo ordine avessero guadagno unitario in banda passante (ovvero 0 dB). Si noti, sempre osservando la tabella 6, come il guadagno di tensione sia crescente con l'aumentare della posizione della cella all'interno della catena filtrante.

UN ESEMPIO DI PROGETTAZIONE

A questo punto è opportuno verificare le nostre conoscenze con un esempio. Supponiamo di voler costruire un filtro passa basso con pendenza di 30 dB per ottava (corrispondenti a 100 dB per decade). Il nostro filtro avrà frequenza di taglio pari a 1600 Hz ed un segnale d'ingresso che potrà essere al massimo pari a 1 Vrms. Questi i dati di progetto a cui siamo vincolati, per la tensione di alimentazione possiamo invece scegliere noi il valore più idoneo. Essendo l'attenuazione pari a 100 dB per decade possiamo subito dire che ci occorre un filtro di quinto ordine, ovvero 3 operazionali posti in catena e disposti come nell'esempio mostrato in **figura 14**. Per le ragioni che conosciamo sarà opportuno scegliere un'alimentazione duale con filtraggio su ogni singola sezione (vedi **figura 15**). Per calcolare il valore minimo di alimentazione sarà necessario conoscere il valore di picco (non importa se negativo o positivo) che assumerà il segnale sinusoidale posto all'ingresso della nostra catena filtrante:

$$1 \times \sqrt{2} = 1{,}41 \text{ Vpp}$$

Fatto ciò è opportuno calcolare quanto sarà il valore massimo della tensione d'uscita (di picco). Questo dato è necessario per capire quanto dovrà essere una tensione di alimentazione minima che ci metta al riparo da fenomeni di distorsione (vedi prima parte dell'articolo). Osservando la **tabella 6** possiamo riscontrare un'amplificazione totale pari a 3,29 volte il segnale d'ingresso (10,3 dB). E' quindi possibile sapere il valore di picco della tensione d'uscita:

$$1{,}41 \times 3{,}29 = 4{,}6 \text{ Vpp}$$

La tensione d'uscita calcolata nel suo valore di picco è vicina al valore standard di 5 VDC. Tuttavia, possiamo alimentare il circuito con una tensione altrettanto standard di + 6 e - 6 VDC prendendo un grande margine di sicurezza nei confronti della distorsione. A questo punto possiamo consultare la **tabella 5** e trovare il valore dei resistori che determinano il guadagno in banda passante imponendo, contemporaneamente, la risposta tipo Butterworth. Essi sono:
Prima cella: 0 dB (filtro primo ordine)

Seconda cella:
2,8 dB, Rf = 15 KV; Ri = 39,2 KV

Terza cella:
2,38 dB, Rf = 14,7 KV; Ri = 10,7 KV

Le frequenze di taglio sono identiche per tutte e tre le sezioni e, di conseguenza, lo saranno anche i valori dei componenti R e C. Fissiamo subito il valore di C scegliendo una capacità abbastanza usuale: 47 nF. Se questo valore fornirà una resistenza corrispondente non troppo facile da reperire potremmo sempre rifare i calcoli dal principio con un altro valore di capacità. Dunque, sapendo che:

$$\mathbf{ft} = 1 / (2\ p\ R\ C)$$

possiamo calcolare il valore di R essendo noti C e la **ft**:

$$R = 1 / (2\ p\mathbf{ft}\ C)$$

Da cui, sostituendo i valori:

$$R = 1 / (6{,}28 \times 1600 \times 0{,}000000047) = \\ = 2{,}117 \text{ KV}$$

Il valore trovato è minore del 4% rispetto al valore commerciale di 2,2 KV. A questo punto possiamo optare fra una di queste soluzioni (cambiare il valore di C non sarebbe conveniente):

- Mettere un resistore da 2,2 KV con una resistenza in parallelo da 220 KV in modo da ottenere un valore (risultante dal parallelo) molto vicino al valore teorico.
- Accettare un errore del 4 % sulla frequenza di taglio.
- Acquistare 20 – 25 resistori da 2,2 KV al 10% e sceglierne 5 con il valore più vicino a quello calcolato (per la misura occorre un buon tester digitale).

In figura 16 appare lo schema elettrico del filtro di quinto ordine ove, per semplicità, si è scelto di accettare un errore del 4% sulla frequenza di taglio. Il condensatore elettrolitico posto all'ingresso della catena filtrante ha lo scopo di eliminare la componente in CC presente eventualmente ai capi del generatore. Infatti, anche pochi millivolt potrebbero provocare una discreta tensione d'uscita (in CC) che, sovrapponendosi al nostro segnale, causerebbe fenomeni di distorsione imprevisti. Se siamo sicuri che il nostro generatore è esente da componenti in CC possiamo anche omettere questo condensatore.

CONCLUSIONI

Mi auguro che lo sforzo nel trasporre in modo sufficientemente analitico e molto pratico una materia complessa e vasta, come lo sono i filtri attivi di BF, sia riuscito. Il lettore non me ne voglia se nel corso della trattazione non è stato possibile, per motivi di spazio, presentare tutte le soluzioni circuitali, alcune anche interessanti, inerenti la materia trattata. Del resto, le nozioni fin qui esposte, possono tranquillamente mettere chiunque in grado di "camminare con le proprie gambe" in un settore dell'elettronica interessante ma complesso. La prossima volta parleremo dei filtri selettivi e notch e saranno presentati numerosi schemi circuitali. ❑

CODICE MIP 2804781

di MARIANO SEVERI

Corso SystemVerilog *(parte prima)*

INTRODUZIONE al linguaggio

Una introduzione al linguaggio SystemVerilog per la verifica funzionale di sistemi digitali complessi

La crescente capacità logica di FPGA ed ASIC consente oggi la realizzazione di sistemi sempre più complessi in grado di garantire maggiori prestazioni con un più elevato livello d'integrazione. La gestione di tali progetti, sotto tutti i punti di vista, richiede tuttavia l'adozione di nuovi strumenti di descrizione e modellizzazione hardware che supportino un livello di astrazione più elevato di quanto reso possibile dai tradizionali linguaggi HDL, come VHDL e Verilog. La crescente complessità dei progetti si riflette non soltanto in una crescente difficoltà nella descrizione hardware delle architetture ma anche nella loro verifica funzionale. Uno dei linguaggi oggi più diffusi che risponde alle accresciute esigenze degli ingegneri di progetto e verifica funzionale è il SystemVerilog. Caratteristica distintiva del SystemVerilog è l'introduzione dei concetti di programmazione ad oggetti nell'ambito della descrizione hardware. L'introduzione, tra l'altro, di classi e metodi, interfacce virtuali ed ereditarietà consente la creazione di modelli configurabili e riutilizzabili. Sulla base di tali concetti, la libreria open-source OVM (Open Verification Methodology) definisce un framework standard per la descrizione TLM (Transaction Level Modeling) dei sistemi e la creazione di complessi ambienti di verifica funzionale. A partire da questo numero presenteremo una serie di articoli di carattere introduttivo al linguaggio SystemVerilog. Ovviamente, non potranno essere coperti in dettaglio tutti gli aspetti. L'obiettivo, piuttosto, è fornire, attraverso una serie di esempi di diversa complessità, i concetti di base per consentire la creazione di un testbench di verifica funzionale completo, configurabile e riutilizzabile. Per quanti vogliano approfondire gli argomenti trattati, si rimanda alla bibliografia suggerita nei riferimenti.

MODULI

In termini 'software', i moduli in SystemVerilog non sono altro che oggetti statici caratterizzati da uno spazio dati proprio, da un insieme di funzioni e task e da interfacce specifiche di controllo. Come per ogni altro oggetto, possono esistere diverse istanze di un modulo, che ne costituiscono delle copie indipendenti; tali repliche, pur avendo, appunto, interfacce identiche e condividendo l'insieme di funzioni di base, hanno ognuna dati propri. Dal punto di vista della modellizzazione hardware, i moduli rappresentano, in altro modo, blocchi funzionali comunicanti tra loro attraverso le porte d'ingresso ed uscita. Il **listato 1** riporta riportato l'esempio di un modulo in linguaggio SystemVerilog per la descrizione di un contatore a 4 bit.

LISTATO **1**

```
1.  module cnt_4bit
2.  (
3.    input logic arst,    // asynchronous reset
4.    input logic clk,     // system clock
5.    input logic en,      // enable
6.    output logic[3:0] q, // counter output
7.    output logic    rco  // ripple carry-out
8.  );
9.
10.   always @ (posedge arst, posedge clk)
11.     begin
12.       if (arst)
13.         q = '0;
14.       else
15.         if (en)
16.           q = q + 1;
17.     end
18.
19.     assign rco = ( q == '1) ? 1 : 0;
20.
21. endmodule : cnt_4bit
```

Ovviamente, non tutte le istruzioni potranno risultare da subito chiare, cercheremo nel prosieguo di discuterle approfondendo i diversi aspetti del linguaggio. Per fortuna, molti dei costrutti sono ereditati dal linguaggio C o, comunque, appaiono simili a quelli di altri linguaggi di programmazione, risultando così interpretabili anche non conoscendo esattamente la sintassi del SystemVerilog. In ogni caso, per ora basti riconoscere l'interfaccia del modulo, rappresentata dalle sue porte di ingresso ed uscita, dichiarate mediante istruzioni (righe 3-7) piuttosto ovvie. Le porte sono di tipo *logic*, ovvero il tipo a 4-stati (0, 1, X, Z) previsto dal linguaggio SystemVerilog per la rappresentazione dei diversi livelli logici. La descrizione dell'architettura del contatore include, invece, un blocco procedurale di istruzioni (righe 10-17) ed una assegnazione continua (riga 19) della porta di uscita *rco*. Il blocco procedurale è eseguito in risposta ad una qualsiasi transizione attiva su una delle due linee di ingresso *arst* e *clk*. Se il segnale di reset è attivo, l'uscita del contatore viene inizializzata a 0 (riga 13); diversamente, in corrispondenza della transizione attiva del segnale di clock, se il controllo di abilitazione *en* è asserito, il valore del conteggio viene incrementato (riga 16). L'istruzione di assegnazione continua (riga 19), infine, forza un valore alto sulla porta di uscita *rco* se il contatore raggiunge il valore di fondo scala. I moduli possono evidentemente essere connessi tra loro per realizzare in maniera gerarchica architetture più complesse. Il **listato 2** riporta, ad esempio, la descrizione di un contatore ad 8 bit realizzato mediante connessione in cascata di due contatori a 4-bit.
Istanziare i due contatori equivale a dichiarare (si veda alla righe 16-17) due oggetti del tipo *cnt_4bit* e connetterne le relative porte ai segnali interni (od alle porte) del modulo di più alto livello. Oltre a tali due istanze, all'interno del modulo sono anche dichiarati alcuni segnali interni di tipo *logic* (righe 31-32) che servono alle connessioni dei moduli stessi tra loro e con quello di più livello. I segnali *l_rco* ed *u_rco*, in particolare, sono connessi direttamente a due diverse porte di uscita dei moduli istanziati, mentre la linea *u_en* è assegnata mediante assegnazione continua (righe 34) e, quindi, connessa alla porta di ingresso di una delle due istanze. Analoga assegnazione continua (riga 35) pilota la porta di uscita *rco* del contatore di più alto livello.

TIPI DI DATI

Il SystemVerilog supporta due diversi formati di tipi di dati, ovvero variabili e *net*. La **tabella 1** riporta i tipi supportati dalle variabili e la relativa descrizione mentre la **tabella 2** quelli supportati dalle *net*. I tipi *supply0* e *supply1* consentono di descrivere alimentazione e massa del circuito mentre i restanti tipi sono tutti a 4 stati e servono per la descrizione dei livelli logici di segnale; differiscono per le diverse funzioni di risoluzioni. Gli stati previsti sono 0, 1, X e Z con 0 e 1 che rappresentano, con ovvia notazione, i livelli logici alto e basso, X il livello indefinito e Z il livello di alta impedenza. Le funzioni di risoluzione determinano il valore risultante della *net* nel caso questa sia assegnata concorrentemente da due diverse istruzioni. Ad esempio, per una *net* di tipo *wire* cui siano assegnati i valori 0 e Z in due diverse istruzioni, il valore risultante è 0. Come in altri linguaggi di programmazione, è possibile, inoltre, definire array di variabili e *net* e tipi specifici (mediante l'istruzione *typedef*). Il **listato 3** ne riporta alcuni esempi. Ovviamente, è anche consentito dichiarare un tipo prima che il contenuto sia stato definito, come richiesto, ad esempio, nel caso delle classi laddove sia necessario utilizzare una variabile di quel tipo prima che la classe stessa sia stata dichiarata (si pensi al caso di due classi che includano l'una l'altra).

TABELLA 1

TIPO	DESCRIZIONE
byte	2-state SystemVerilog data type, 8 bit signed integer or ASCII character
shortint	2-state SystemVerilog data type, 16 bit signed integer
Int	2-state SystemVerilog data type, 32 bit signed integer
Logint	2-state SystemVerilog data type, 64 bit signed integer
integer	4-state Verilog-2001 data type, 32 bit signed integer
Time	4-state Verilog-2001 data type, 64-bit unsigned integer
Bit	2-state SystemVerilog data type, user-defined vector size
Logic	4-state SystemVerilog data type, user-defined vector size
reg	4-state Verilog-2001 data type, user-defined vector size
Shortreal	C float
Real	As C double
realtime	As real
struct	as C language
union	as C language
class	as C language
tagged	type-checked union
string	dynamically allocated array of bytes
chandle	pointers passed using the DPI Direct Programming Interface
virtual interface	Pointer to interface instance
event	handle to a synchronization object
void	non-existent data
enum	set of integral named constants

Tipi di dati per variabili

ASSEGNAZIONI BLOCKING E NON-BLOCKING

La **tabella 3** riporta gli operatori di assegnazioni previsti dal SystemVerilog, il significato è del tutto simile a quello di istruzioni analoghe in C. Gli operatori = e <=, in particolare, assegnano entrambi alla variabile o *net* a sinistra il valore dell'espressione a destra dell'operatore stesso. L'assegnazione può essere schedulata nel tempo, ovvero avvenire ad un certo istante di tempo di simulazione successivo. Tuttavia, è di tipo *blocking* nel primo caso mentre è di tipo *nonblocking* nel secondo. Per comprendere la differenza tra i due metodi, è necessario discutere brevemente come il SystemVerilog, ed in generale un qualsiasi linguaggio di modellizzazione hardware, consente la descrizione di strutture parallele, e quindi di processi concorrenti, mediante istruzioni eseguite sequenzialmente. Ogni progetto in SystemVerilog consiste di thread e processi, sensibili ad eventi, quali, ad esempio, variazioni di segnali e variabili. In ogni ciclo di simulazione sono eseguiti tutti i processi sensibili agli eventi correntemente schedulati, l'ordine di esecuzione dei processi non è tuttavia predefinito ma dipende dal particolare simulatore, in conseguenza anche della sequenza con la quale sono processati gli eventi correntemente schedulati. Alcune istruzioni possono sospendere l'esecuzione di un processo nel corrente ciclo di simulazione ed eventualmente schedularne la ripresa ad un istante successivo. Tra queste vi sono le assegnazioni di tipo *blocking*. In corrispondenza di una tale istruzione, il simulatore calcola il valore dell'espressione a destra dell'assegnazione e arresta appunto il processo; la variabile oggetto dell'assegnazione non viene tuttavia aggiornata. Se non è specificato un tempo di attesa, ovvero se l'assegnazione non è schedulata nel tempo, il processo viene schedulato come evento inattivo e riprende immediatamente, in caso contrario riprende all'istante di tempo di simulazione indicato. Quando il processo riprende, il valore precedentemente calcolato viene finalmente assegnato alla variabile a sinistra dell'istruzione. Nel caso di assegnazioni di tipo *nonblocking*, invece, l'assegnazione viene schedulata come evento al termine del ciclo di simulazione corrente o al tempo indicato e non determina l'arresto dell'esecuzione del processo. Per capire come la differenza tra assegnazioni *blocking* e *nonblocking* si rifletta nella realtà, consideriamo l'esempio mostrato nel **listato 4**. Obiettivo è descrivere una logica di swap dei byte di una word. Nel primo caso (righe 4-8), sono usate assegnazioni di tipo *blocking*. In questo modo, tuttavia, il circuito non potrà funzionare come inteso. Infatti, in corrispondenza della transizione attiva del segnale di clock, il processo (riga 4) viene attivato. Supponiamo, per facilità, che la word di esempio abbia inizialmente il valore 0x1111_2222. La prima istruzione eseguita (riga 6) pospone al termine del corrente ciclo di simulazione l'assegnazione del valore 0x2222 al byte più significativo della word, quindi arresta il processo. Quando il processo riprende, il valore del byte alto viene aggiornato a 0x2222 come schedulato, quindi viene eseguita l'istruzione successiva che assegna al byte basso il valore corrente del byte alto, che, essendo stato aggiornata, vale ora 0x2222. Al termine del processo, la word avrà assunto il valore 0x2222_2222. Il secondo caso, invece, (righe 11-15), utilizza assegnazioni di tipo *nonblocking*, che, come detto, non arrestano l'esecuzione del processo. La seconda istruzione viene, quindi, eseguita immediatamente dopo la prima assegnando al byte basso il valore corrente del byte alto, che, non essendo stato ancora aggiornato, vale sempre 0x1111. I nuovi valori saranno assegnati alle variabili relative al termine del ciclo corrente, pertanto la word varrà ora 0x2222_1111.

LISTATO **2**

```
1.  module cnt_8bit
2.  (
3.    input logic arst,      // asynchronous reset
4.    input logic clk,       // system clock
5.    input logic en,        // clock enable
6.    output logic[7:0] q, // counter output
7.    output logic    rco   // ripple carry-out
8.  );
9.
10.   logic l_rco, u_rco;
11.   logic u_en;
12.
13.   assign u_en = en & l_rco;
14.   assign rco  = l_rco & u_rco;
15.
16.    cnt_4bit LowerNibble ( .arst(arst), .clk(clk),
.en(en), .q(q[3:0]), .rco(l_rco) );
17.    cnt_4bit UpperNibble ( .arst(arst), .clk(clk),
.en(u_en), .q(q[7:4]), .rco(u_rco) );
18.
19.endmodule : cnt_8bit
```

ASSEGNAZIONI PROCEDURALI E CONTINUE

Se il concetto di variabile è del tutto simile a quello presente in altri linguaggi di programmazione come il C, l'introduzione del concetto di *net,* a ben vedere, è peculiarità dei linguaggi di descrizione hardware. La differenza tra variabile e *net* si rispecchia nelle relative modalità di assegnazione. Le variabili supportano soltanto assegnazione procedurale, singola assegnazione continua o singola connessione ad una porta di uscita di una primitiva, non è prevista la possibilità di utilizzare contemporaneamente un'assegnazione continua e una o più assegnazioni procedurali. Le *net* supportano, invece, assegnazioni continue singole o multiple e connessioni singole o multiple a porte di uscite di diverse primitive. Le assegnazioni di tipo procedurale sono ammesse all'interno dei blocchi procedurali mentre le assegnazioni di tipo continuo esistono al di fuori di questi e sono precedute dalla parola chiave *assign*. Il listato 5 mostra alcuni esempi dei diversi tipi di assegnazioni su variabili e net previsti dal linguaggio SystemVerilog, alcune istruzioni

TABELLA 2

TIPO
Supply0
Supply1
Tri
Triand
Trior
Tri0
Tri1
Wire
Wand
Wor

Tipi di dati per net

TABELLA 3

OPERATORE	MODO DI ASSEGNAZIONE
=	Blocking
+=	Blocking
-=	Blocking
*=	Blocking
/=	Blocking
%=	Blocking
&=	Blocking
|=	Blocking
^=	Blocking
<<=	Blocking
>>=	Blocking
<<<=	Blocking
>>>=	Blocking
<=	Non blocking

Operatori di assegnazione.

evidenziano possibili errori dovuti ad assegnazioni non ammesse. Le assegnazioni procedurali sono eseguite all'atto della chiamata dell'istruzione all'interno del blocco procedurale, mentre le assegnazioni continue sono eseguite in risposta ad una variazione del valore da assegnare. Un'assegnazione procedurale sovrascrive il valore precedentemente assegnato alla variabile. Diversamente, un'assegnazione continua pilota costantemente la *net* o la variabile con il valore assegnato. Nel caso di più assegnazioni concorrenti, il valore risultante è determinato dalle funzioni di risoluzioni previste dal tipo. I tipi di dati per i quali possono essere dichiarate le variabili non supportano le funzioni di risoluzioni, di qui la restrizione di poter avere assegnazioni continue multiple soltanto su net. Uno dei casi più semplici di utilizzo di net è certamente quello della descrizione delle linee dati di un bus cui siano connesse diverse periferiche. Nella realtà la periferica indirizzata pilota il bus mentre le restanti forzano in alta impedenza le proprie linee. In un modello di simulazione, il bus viene descritto mediante un array di net di tipo wire. La periferica indirizzata forzerà sul bus il valore corrente mentre le altre assegneranno il valore Z, descrittivo della condizione di alta impedenza. La funzione di risoluzione del tipo wire del bus determinerà l'assegnazione infine al bus proprio del valore corrente. Un esempio di quanto appena discusso è riportato nel **listato 6**.

PER *approfondire...*

[1] 1800-2009 IEEE Standard for SystemVerilog-Unified Hardware Design, Specification, and Verification Language

[1] Spear,C "SystemVerilog for Verification - A Guide to Learning the Testbench Language Features"-Springer, 2006

[2] Sutherland,S. Davidmann, S. & Flake, Peter "SystemVerilog For Design"-Springer, 2006

[3] Bergeron,J "WritingTestbenches using System Verilog"-Springer, 2003

- Tutti i listati sono disponibili su www.farelettronica.com

RACE CONDITION

L'utilizzo di variabili e *net* nelle diverse modalità di assegnazione può portare, soprattutto i programmatori non esperti, a commettere alcuni errori non sempre subito evidenti. Il problema, come discusso in precedenza, risiede nel fatto che il simulatore SystemVerilog assicura la coerenza dei dati ad ogni ciclo di simulazione ma non determina esattamente la sequenza nella quale le diverse istruzioni sono eseguite all'interno di questo. Consideriamo, ad esempio, il codice riportato nel **listato 7**, estratto dal testo di riferimento 'SystemVerilog for Verification' di Bergeron. In questo caso l'assegnazione alla variabile *count* è di tipo *blocking*, il valore del conteggio viene, quindi, incrementato e l'aggiornamento della variabile schedulato con ritardo nullo prima di arrestare il processo, il processo riprende e la variabile viene assegnata. A causa di questo, tuttavia, il secondo thread riporterà un valore diverso a seconda che sia eseguito prima o dopo il primo thread. Il problema può facilmente essere risolto utilizzando un'assegnazione di tipo *nonblocking*, in questo caso, infatti, il valore incrementato viene assegnato alla variabile *count* solo al termine dell'esecuzione di entrambi i thread. Il secondo processo rivelerà lo stesso valore di *count* indipendentemente dal fatto che sia eseguito prima o dopo il primo thread. Analoghe condizioni di race si possono verificare nel caso di thread che tentino di scrivere concorrentemente la stessa variabile (nel qual caso non è predicibile il valore infine assegnato, dipendendo da quale sia l'ultima assegnazione eseguita) o durante la fase di inizializzazione del modulo (nel caso di thread sensibili ad eventi attivati da blocchi procedurali di tipo initial). Bergeron, nel testo di riferimento indicato, suggerisce alcuni accorgimenti atti a evitare l'insorgere nel proprio modello delle condizioni di race appena descritte:

- se una variabile è dichiarata al di fuori di un thread concorrente, assegnarla mediante istruzioni non blocking; utilizzare assegnazioni blocking soltanto all'interno dei thread;
- assegnare una variabile soltanto in un thread;
- adottare assegnazioni continue per le porte di ingresso ed uscita ed evitarle per modellizzare funzioni logiche combinatorie interne al modulo;
- utilizzare funzioni di inizializzazione per assegnare i valori iniziali e non assegnare, invece, ogni valore a tempo 0.

CONCLUSIONI

In questa puntata abbiamo presentato alcuni aspetti fondamentali del linguaggio SystemVerilog, ovvero la descrizione e connessione dei moduli, i diversi formati di dati supportati, le differenze tra variabili e net e le relative modalità di assegnazione, alcune idee di base del modello di funzionamento di un simulatore SystemVerilog. Nella prossima puntata discuteremo le istruzioni che il linguaggio rende disponibili per la manipolazione dei dati, tra cui blocchi procedurali, funzioni e task. ❑

CODICE MIP 2804817

Corso di Phyton *(parte prima)*

INTRODUZIONE al *linguaggio*

Inizia con questo numero un corso di programmazione in linguaggio Phyton che vi accompagnerà nell'apprendimento delle basi del linguaggio fino all'utilizzo per il controllo di sistemi elettronici

Python è un linguaggio di programmazione dinamico orientato agli oggetti, utilizzabile per molti tipi di sviluppo software. Offre un forte supporto all'integrazione con altri linguaggi e programmi, è fornito di una estesa libreria standard che lo rende particolarmente versatile in elettronica. Come la maggior parte dei linguaggi di programmazione orientata agli oggetti, Python lavora con concetti di classe, ereditarietà e polimorfismo. E' un linguaggio multipiattaforma nativo dei sistemi Unix (Mac e Linux) e installabile, senza alcun problema, nei sistemi Microsoft. Non entrerò nel cuore del linguaggio, ma impareremo ad utilizzare alcune sue potenzialità nel campo dell'elettronica e nello sviluppo di diversi progetti semplici ma validi da un punto di vista didattico.

Oggigiorno ogni dispositivo elettronico si interfaccia e comunica in diverse forme con altri suoi simili, quindi utilizzeremo Python per gestire e controllare un sistema elettronico che verrà realizzato passo dopo passo nel prosieguo del corso. Prima di intraprendere questo cammino nel cuore di un bellissimo linguaggio, farò delle premesse necessarie alla comprensione dello stesso Python per chi non avesse alcuna conoscenza di linguaggi di programmazione orientati agli oggetti.

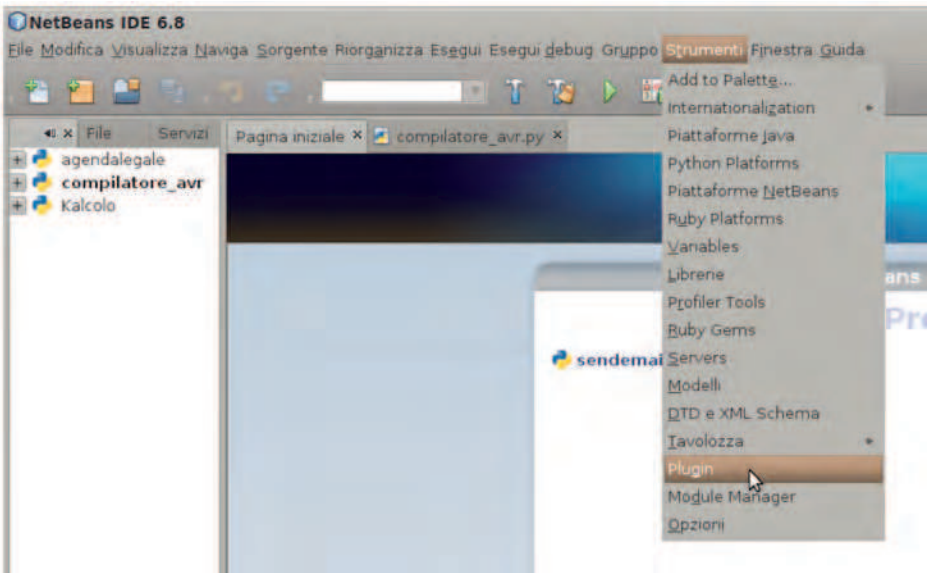


Figura 1: installazione del plugin di Phyton (passo 1).

Figura 2: installazione del plugin di Phyton (passo 2).

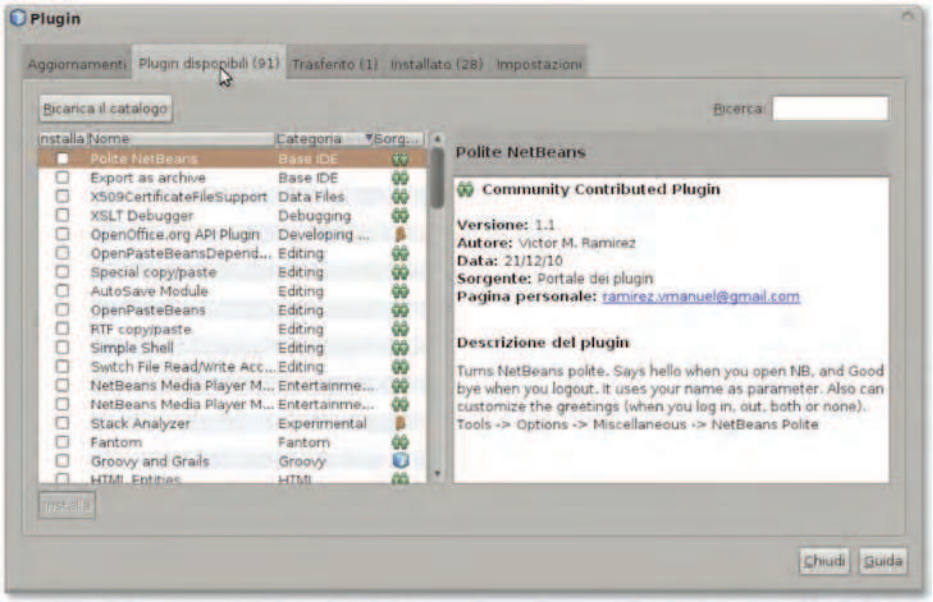


Figura 3: installazione del plugin di Phyton (passo 3).

PREPARAZIONE DELL'AMBIENTE IDE

Sino ad ora ci siamo riferiti a Python come a un linguaggio di programmazione, ma sostanzialmente possiamo considerarlo un programma chiamato interprete. Un interprete è una applicazione software che esegue altri programmi. Quando si scrive un programma in Python, l'interprete legge il codice ed esegue le istruzioni in esse contenute. Vediamo ora di descrivere in pratica come si scrive un programma in Python, ci occorre un ambiente di sviluppo che può essere indifferentemente Microsoft o sistemi quali MAC e Linux, per i sistemi Microsoft occorre installare Python facendo riferimento a questo sito:
http://www.python.org/download/.
Una volta installato nel sistema andiamo nel sito http://netbeans.org/ e scarichiamo NetBeans 6.9.1 versione gratuita che ci servirà per scrivere i nostri programmi. Ultimata l'installazione, avviare NetBeans e seguire i passi indicati nelle **figure 1**, **2** e **3** per installare i plug-in di Python. A questo punto siamo pronti per iniziare. Creiamo un nuovo progetto, come illustrato nelle **figure 4** e **5**, chiamato test e ad esso verrà in automatico associato un main file chiamato test.py, lasciate le impostazioni di default relative alla versione di Python come da **figura 6**, Una volta avviato il progetto, ci troveremo di fronte ad una situazione come da **figura 7**. Il linguaggio Python può operare in diverse strutture, si possono creare programmi senza GUI (interfaccia grafica) o con GUI: tratterò entrambe le situazioni, quindi non mi addentrerò nei particolari delle PyQt o WxPython per il momento. Ora che è stato configurato l'ambiente di programmazione siamo pronti per iniziare il nostro corso sul linguaggio Python.

SCRIVERE IN PYTHON

Tradizione vuole che ogni qual volta si impari un nuovo linguaggio, il primo programma da scrivere e far funzionare deve essere in grado di stampare 'Hello World'. Una volta avviato NetBeans apriamo il progetto test.py, all'interno del file scriveremo queste righe:

```
#!/usr/bin/python
print('HelloWorld')
```

Consideriamo le prime due righe di codice. Sono chiamate commenti e sono riconoscibili per la presenza del simbolo # prima di un testo esplicativo che generalmente contiene note utili per il lettore. Python non fa uso di commenti eccetto per il caso speciale della shebang line (sequenza di caratteri che inizia per "#!"), la prima riga di codice che contiene i caratteri #! che marcano l'inizio di uno script o di un interprete; nel nostro caso istruisce il sistema a richiamare l'interprete indicato per eseguire il programma. Si noti che in ogni piattaforma è sempre possibile eseguire il programma invocando direttamente il programma da linea di comando e passando come parametro il codice sorgente da mandare in esecuzione, come, ad esempio, python test.py. I commenti sono seguiti da un'istruzione Python. In questo caso si usa la funzione

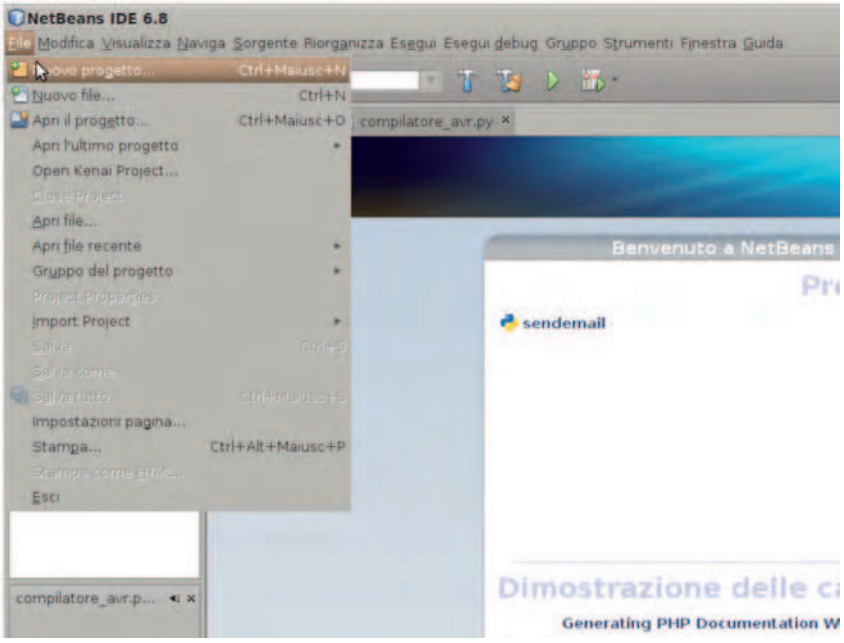


Figura 4: creazione di un nuovo progetto (passo 1).

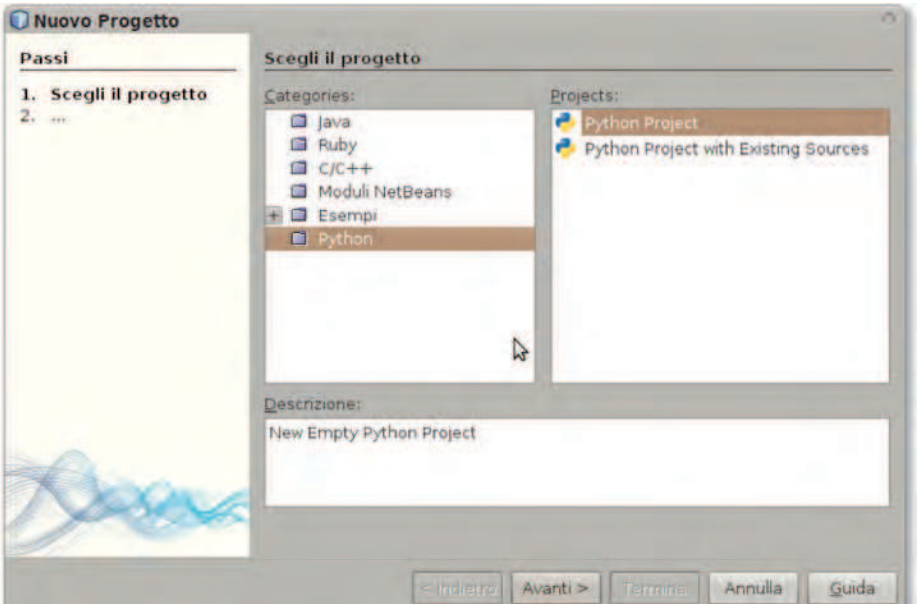


Figura 5: creazione di un nuovo progetto (passo 2).

print che stampa il testo 'Hello World'. Le funzioni verranno trattate successivamente, quello che occorre capire ora è che qualsiasi cosa venga posta tra le parentesi verrà stampato a video. Nell'esempio viene usato il testo 'Hello World' a cui ci si riferisce come stringa.

LE NOZIONI DI BASE

Stampare solo 'Hello world' non è sufficiente, si vorrà fare molto di più, come avere dell'input, manipolarlo e farci qualcosa. Per ottenere questo con Python si dovranno usare costanti e variabili.

Costanti Manifeste

Un esempio di costante manifesta è un numero come 15, 4.76, 9.55e- 1 o una stringa del tipo 'Questa è una stringa'. Viene chiamata costante manifesta perché è letterale: si userà letteralmente il suo valore. Il numero 2 rappresenta sempre se stesso e nient'altro, è costante perché il suo valore non può essere modificato. Quindi ci si riferisce a queste come a costanti manifeste.

I Numeri

I numeri in Python sono di tre tipi: interi, in virgola mobile e complessi. Un esempio di numero intero è 2. I numeri interi coprono la totalità dei numeri. Esempi di numeri in virgola mobile (o float per brevità) sono 3.23 e 52.3E-4. La notazione E indica la potenza di 10. In questo caso, 52.3E-4 significa 52.3 * 10 – 4. Esempi di numeri complessi sono (-5+4j) e (2.3 - 4.6j) Tenete conto che in Python non c'è un tipo 'long int' dato che il tipo intero può assumere qualsiasi valore.

Le Stringhe

Una stringa è una sequenza di caratteri. Le stringhe sono basilarmente degli insiemi di parole. Tali parole possono essere in inglese o in qualsiasi altra lingua supportata nello standard Unicode. Le stringhe verranno usate in quasi ogni programma che si scriverà, per cui occorre fare particolare attenzione a questa parte. Di seguito verrà spiegato come usare le stringhe in Python. Ricordo che in Python si possono specificare stringhe usando gli apici come 'Stringa racchiusa tra apici'. Tutti gli spazi bianchi e i caratteri di tabulazione vengono preservati. Similarmente le stringhe racchiuse tra virgolette funzionano esattamente come le stringhe racchiuse tra apici. Un esempio è *'Qual è il vostro nome?'*

Le sequenze di Escape

Si supponga di volere una stringa che contenga un apice ('); come si dovrà specificare questa stringa? Ad esempio, la stringa è Quest'altra stringa. Non si può scrivere semplicemente 'Quest'altra stringa' perché in tal caso si creerebbe confusione tra l'inizio e la fine della stringa. Si dovrà, quindi, indicare che l'apice intermedio non è la fine della stringa. Questo può essere fatto con l'aiuto delle cosiddette sequenze di escape. Si specifica l'apice con la sequenza \', (si noti la barra rovesciata). Quindi la scrittura corretta della stringa sarà: 'Quest \'altra stringa'. Un altro modo per specificare questa stringa si avvale dell'uso di virgolette: "Quest'altra stringa". Per poter usare, invece, virgolette all'interno di virgolette o il carattere di barra rovesciata (\) si devono usare appropriate sequenze di escape: \" e \\ rispettivamente. Se si vuole specificare una stringa su due righe si possono usa-

re gli apici tripli, come mostrato in precedenza, o usare la sequenza di escape per il carattere newline \n per indicare l'inizio di una nuova riga. Un esempio potrebbe essere: print' Questa è la prima riga\n Questa è la seconda riga'. Un'altra sequenza di escape utile è quella del carattere di tabulazione: \t. Una cosa da notare è che in una stringa, una singola barra rovesciata alla fine della riga indica che la stringa continua sulla riga successiva ma non viene aggiunto nessun carattere newline. Per esempio:

```
print'Questa è la prima frase.
Questa è la seconda frase.'
```

Le Stringhe Raw

Se si ha necessità di specificare delle stringhe in cui non avvengano processi speciali, come la gestione delle sequenze di escape, occorre specificare che la stringa è di tipo raw, facendo precedere la stringa stessa da r o R. Ad esempio: r'\1'.

L'Immutabilità delle Stringhe

Questo significa che una volta creata, una stringa non può essere modificata. Benché sembri una caratteristica inutile, in realtà non è così. Si vedrà in seguito perché questo non costituisce una limitazione nei vari programmi che si andranno ad esaminare.

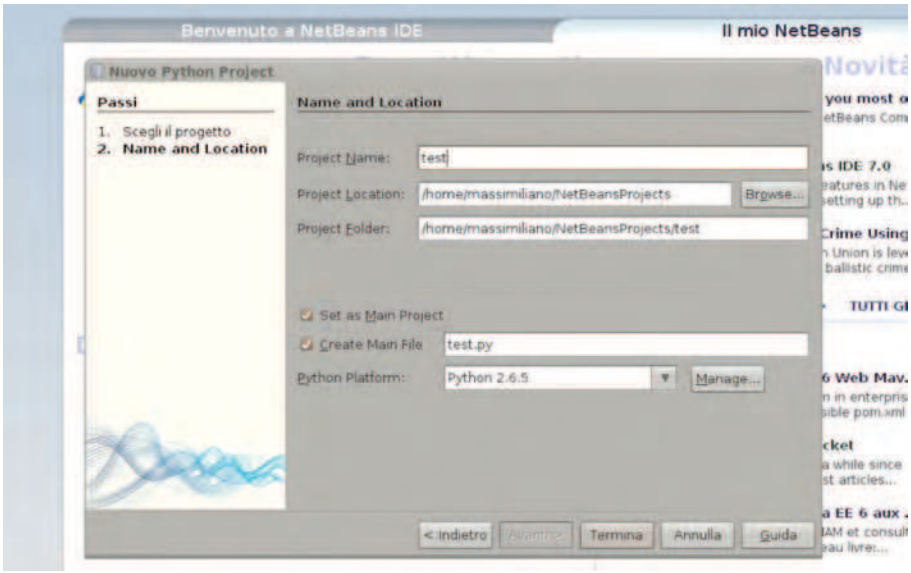


Figura 6: impostazioni di default per il nuovo progetto.

Concatenare le Stringhe

Se si mettono due stringhe una accanto all'altra, verranno automaticamente concatenate da Python.

Per esempio: print 'Quale', 'è','il vostro nome?' verrà automaticamente convertito in Quale è il vostro nome?.

Format di Stringhe: il metodo format

Supponiamo di voler costruire stringhe da altre informazioni, ed è questo il caso in cui diviene utile il metodo format(), si osservi l'esempio:

```
1. #!/usr/bin/python
2. anni = 25
3. nome = 'Swaroop'
4. print('{0} ha{1} anni'.format(nome, anni))
5. print('Perché {0} sta giocando con questo pitone?'.format(nome))
```

l'output restituito sarà:

Swaroop ha 25 anni
Perché Swaroop sta giocando con questo pitone?

EUROPYTHON 2011
FLORENCE, JUNE 20-26

L'evento più atteso dai Pythonisti di tutta Italia è l'EuroPython, in programma a Firenze dal 20 al 26 giugno 2011. La prima giornata sarà dedicata ai Keynote degli ospiti speciali, da seguire a sale unificate! Dal 21 al 24 giugno il convegno vero e proprio, con 5 giorni che ospiteranno 5 track parallele dalla mattina al pomeriggio. Contemporaneamente in ogni giornata verranno svolti i trainings, sessioni di mezza giornata dedicate ad un argomento specifico (sia di livello base che di livello avanzato). La location scelta per il 2011 è il Mediterraneo Conference Centre. E' situato vicino al centro storico di Firenze; potete trovare dettagli sul nuovo sito EuroPython (http://ep2011.europython.eu). Per i giorni 25 e 26 giugno è previsto il Coding Sprint: due interi giorni dedicati all'hacking del core e delle librerie di Python, sotto la guida di sviluppatori Python di grande esperienza.

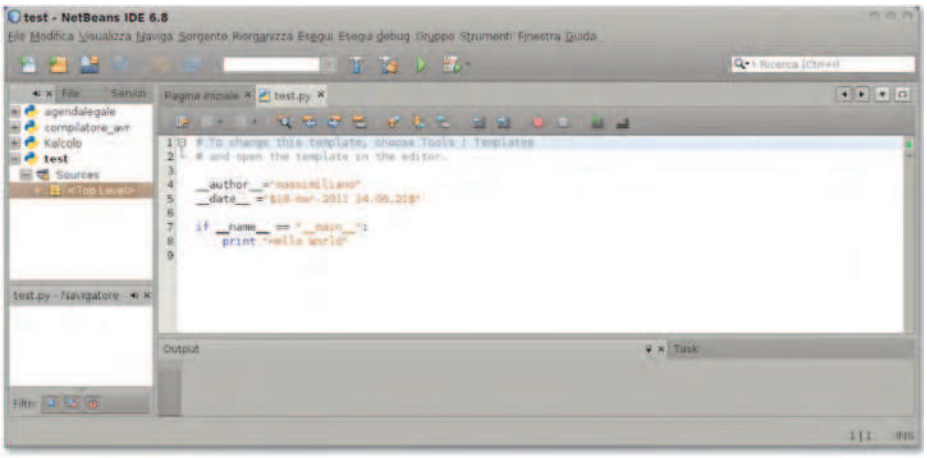


Figura 7: il progetto è stato creato.

Le Variabili in Python

L'uso esclusivo di costanti diventa poco pratico quando è necessario memorizzare informazioni per successive manipolazioni. E' qui che entrano in gioco le variabili. Le variabili sono esattamente quello che significano: il loro valore può variare, sono in grado di memorizzare qualsiasi cosa.

Le variabili sono quella parte della memoria del computer dove vengono memorizzate le informazioni. A differenza delle costanti, occorrono dei metodi per accedere alle variabili e, quindi, è necessario dare loro dei nomi.

Gi Identificatori

Le variabili sono esempi di identificatori. Gli identificatori sono i nomi dati per identificare qualcosa. Si devono seguire alcune regole per dare nomi agli identificatori:

- Il primo carattere dell'identificatore deve essere una lettera dell'alfabeto (maiuscola o minuscola in codifica ASCII o Unicode) o un carattere di sottolineatura ('_'). Il resto del nome dell'identificatore può consistere di lettere (maiuscole o minuscole in codifica ASCII o Unicode), caratteri di sottolineatura ('_') o cifre (0-9).
- I nomi degli identificatori sono case-sensitive. Per esempio nome e Nome non sono la stessa cosa.

Occorre fare attenzione nell'assegnazione degli Identificatori.

Tipi di Dato

Le variabili possono contenere differenti tipi di dati chiamati data types. I tipi fondamentali sono i numeri e le stringhe visti precedentemente. Successivamente, si vedrà come creare dei tipi definiti dall'utente usando le classi.

Linguaggio orientato agli Oggetti

Python si riferisce a qualsiasi cosa appartenente al programma come ad un oggetto. Questo in senso generale, invece di dire 'un qualcosa', si dice 'un oggetto'.

1. Aprire l'editor NetBeans.

2. Scrivere il codice del programma dato nell'esempio.

3. Salvare il codice come file col nome menzionato nel commento.

Si segua la convenzione di avere tutti i programmi Python salvati con l'estensione .py.

4. Eseguire l'interprete col comando python test.py premendo F6.

Codice Python:

```
#Filename:var.py
i = 5
print(i)
i = i + 1
print(i)
s="'Questa è una stringa multi linea.
Questa è la seconda riga."'
print(s)
```

Ecco cosa si ottiene in Output dopo aver premuto F6:

56
Questa è una stringa multi linea.
Questa è la seconda riga.

Viene prima assegnato il valore della costante 5 alla variabile *i* usando l'operatore di assegnamento (=). Questa linea viene chiamata istruzione, dato che dichiara che qualcosa deve essere fatto; in questo caso, collegare il nome della variabile i al valore 5. Viene, quindi, stampato sullo schermo il valore di i usando la funzione print. Si aggiunge quindi 1 al valore memorizzato in i e si stampa il suo valore che come ci si aspetta è 6. In modo simile, si assegna la stringa letterale alla variabile s e la si stampa.

CONCLUSIONI

Dopo aver preso in esame alcuni dettagli pratici, a partire dai prossimi articoli si inizieranno ad imparare cose ben più interessanti, come le istruzioni per il controllo di flusso. Occorre, comunque, avere bene in mente il contenuto di quanto esposto fino ad ora. Un consiglio che do a tutti i lettori che per la prima volta si avvicinano alla programmazione, fate molta pratica, è fondamentale per la comprensione e l'apprendimento di questo favoloso e potente linguaggio. ❑

CODICE MIP 2804821

CODICE MIP 2803025

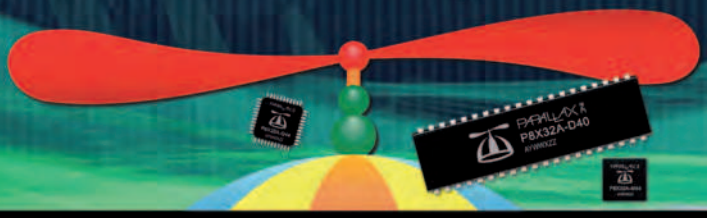
Vincitore: Thumper by Harrison Pham - *Radio player via internet con registrazione MP3 e funzioni di playback. Funzionalità inesistenti in nessun prodotto commerciale e costruito a un costo molto più basso!*

Secondo posto: DAQPac by Ryan David - *Data logger automotive per gli appassionati di motorsport, con tutte le funzionalità necessarie ad un pilota per migliorare sia la guida che le performance del veicolo.*

Terzo posto: Sphinx by Michael Park - *Sphinx by Michael Park - Sphinx è un compilatore Spin basato su Propeller che compila programmi complessi (inclusi quelli contenenti codice Propeller ASM) come la Parallax TV e gli oggetti grafici. Sphinx esegue anche funzioni tipiche di un sistema operativo. Fornisce una shell a linea di comando, un editor di testi, utilità per i dischi, e un sistema di I/O residenti su memoria (cog).*

Quale è la tua applicazione con Propeller?

Con ben otto processori a 32 bit (cogs) in un unico chip e il controllo deterministico dell'intero sistema, il chip Propeller multicore genera ispirazione. Ecco i vincitori del recente contest sui progetti basati sul Propeller.



Menzione d'onore: PropFloppy by Sal Mustafa - *un controller floppy con un'interfaccia terminal e la possibilità di memorizzare immagini su una memory stick.*

MO: Prop RTOS by Peter Van der Zee - *Un kernel multithread di facile implementazione in un assembler cog, con la possibilità di schedulare facilmente le temporizzazioni dei trigger per ciascun thread.*

MO: Rock Band Robot basata su Propeller by Adam Stienecker - Un sistema che può automaticamente suonare una Rock Band sulla xBox 360 utilizzando la video analysis con un chip Propeller che controlla la piattaforma.

Distribuito da elettroshop.com
tel. 02 66504794 - fax 02 66508225
www.elettroshop.com/propeller

Friendly microcontrollers, legendary resources.™

PARALLAX INC
www.parallax.com

Parallax ed il logo Parallax sono marchi registrati di Parallax Inc.

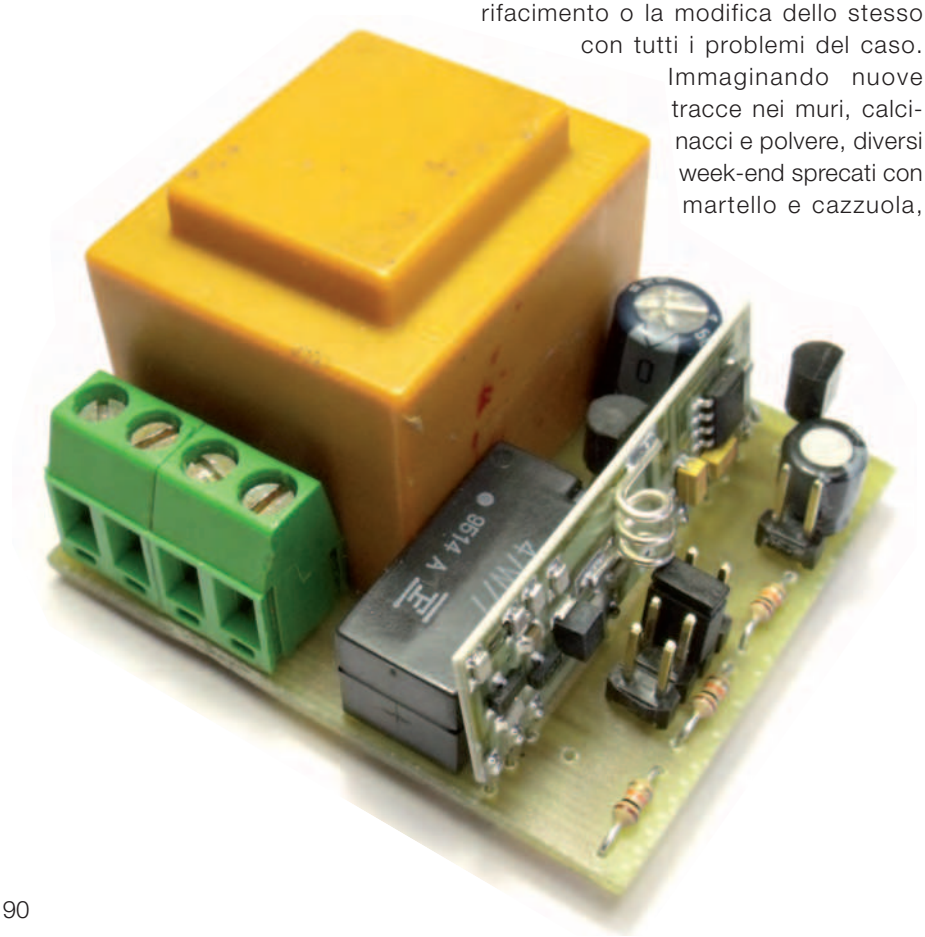
"ParallaxInc" on Twitter, Facebook, and YouTube

CODICE MIP 2806739

Comando *radio* per LUCi

Sovente capita di cambiare la disposizione dei mobili di una stanza e trovarsi in difficoltà con la disposizione delle luci e relativi punti di accensione. Il presente circuito può risolvere alcuni di questi problemi

Come succede in tutte le famiglie del mondo, arriva il momento che la gentile consorte decide di rinnovare il mobilio di casa. Ciò che crea scompiglio in famiglia, oltre alla necessità di reperire i soldi per l'acquisto di nuovi arredi, è la disposizione degli stessi che, con la scusa di "cambiare aria", non coincidono con i vecchi. A questo punto sorgono i problemi, nel senso che il vecchio impianto elettrico non è più disposto in modo da gestire in maniera efficiente e pratica l'accensione delle luci e la prima soluzione che viene in mente, riguarda il rifacimento o la modifica dello stesso con tutti i problemi del caso. Immaginando nuove tracce nei muri, calcinacci e polvere, diversi week-end sprecati con martello e cazzuola, siamo subito corso ai ripari studiando soluzioni alternative. Sono queste le premesse che ci hanno spinto a realizzare il radiocomando che vi presentiamo in queste pagine.



SCHEMA ELETTRICO

Considerando lo scopo finale del dispositivo, non abbiamo cercato di sviluppare un sistema ultrasicuro ma ci siamo ispirati più alla semplicità e alle dimensioni che devono risultare le più ridotte possibili nonché all'economicità dell'intero sistema. Come risultato finale, abbiamo a disposizione un trasmettitore tanto piccolo da essere inserito all'interno di un "tappo" della serie IDEA della ditta VIMAR. L'unico problema è la necessità di disporre nelle vicinanze di una fonte di alimentazione a 230 V, come una presa di corrente. Nulla vieta di alimentare il circuito modificato, vedremo più avanti come, con un adeguato pacco di batterie da nascondere all'interno della scatola dove sarà presente il pulsante di accensione.

Non pensate di trovarvi tra le mani un circuito semplice ma poco affidabile, durante le nostre avventure sopra citate, ne abbiamo piazzati due e funzionano egregiamente da più di due anni.

Vediamo lo schema elettrico del trasmettitore.

Allo scopo di contenere i costi e nello stesso tempo ottenere un circuito finale tanto piccolo da trovare posto all'interno di un tappo della serie "IDEA", abbiamo preferito fare uso di un microcontrollore della Microchip in formato SMD e la scelta è caduta su un micro della famiglia PIC10, precisamente il PIC10F220, serie

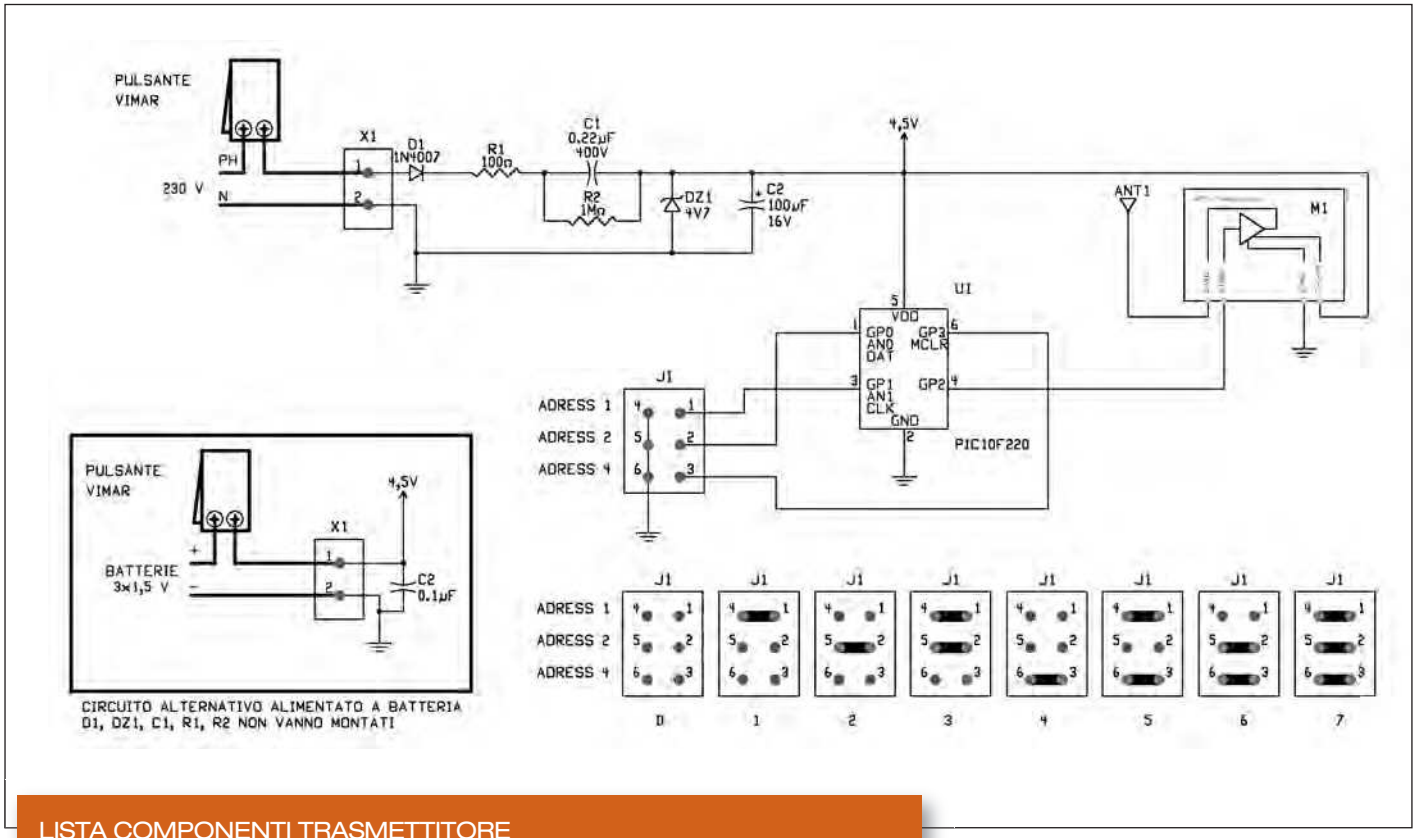


Figura 1: schema elettrico trasmettitore.

LISTA COMPONENTI TRASMETTITORE

R1	**100 ohms 1/2W (solo per versione 230V)**
R2	**da 100 Kohms a 1 Mohms (solo per versione 230V)**
C1	**0,22 µF 400 V (solo per versione 230V)**
C2	**100 µF 16V (versione 230V)**
	0,1 µF 16V (versione batterie)
D1	**1N4007 (solo per versione 230V)**
DZ1	**4,7 V 1/2W zener (solo per versione 230V)**
U1	**PIC10F220**
M1	**RT5 (Telecontrolli) o TX4MSIL (Aurel)**
X1	**Morsettiera 2 poli**
J1	**Strip doppio 3 +3 poli passo 2,54mm**

dotata di scarse caratteristiche tecniche, ma sufficienti a soddisfare le aspettative finali. Esternamente si presente in un contenitore SOT-23 ed è dotato di soli sei piedini, due sono destinati all'alimentazione, il pin 6 può essere usato solo con ingresso, i restanti tre piedini, indifferentemente, come ingresso o uscita. Internamente contiene un oscillatore a 4 o 8 MHz. Un timer a 8 bit completo di prescaler e un ADC sempre a 8 bit completano le risorse a disposizione dell'utilizzatore. La memoria programma, di tipo Flash, è ridotta a 256 Byte mentre l'area di memoria RAM è limitata a 16 Byte. Sicuramente qualche Byte di EEPROM per memorizzare in maniera definitiva qualche dato sarebbe stato vantaggioso, nel nostro caso avremmo potuto memorizzare l'indirizzo del trasmettitore, siamo, comunque, riusciti a canalizzare il sistema utilizzando dei ponticelli. Il costo al dettaglio di un micro della famiglia PIC10 si aggira intorno ai 50 centesimi.

La pressione del pulsante dell'impianto di illuminazione, vedi "pulsante VIMAR" di **figura 1**, invia 230V ai capi di X1. La semionda negativa viene bloccata da D1 che permette il passaggio solo di quella positiva, il condensatore C1 limita la tensione ad un valore accettabile dal circuito ed è stabilizzata dallo Zener DZ1 al valore di 4,7V. La resistenza R1 limita la corrente iniziale che può assumere valori importanti a seconda della posizione della sinusoide al momento iniziale di alimentazione del circuito considerando il condensatore completamente scarico. La R2 scarica il condensatore C1 quando il circuito non è alimentato, evitando shock elettrici da contatto visto che C1 assume un potenziale prossimo a quello della rete elettrica. Il C2 da 100 µF filtra in maniera adeguata la tensione di 4,7V.

A questo punto il PIC, correttamente alimentato, va a leggere lo stato dei piedini 1, 3 e 6, parametrizzati come ingressi, i quali indicano l'indirizzo del trasmettitore e costruisce una stringa per inviarla al modulo trasmettitore M1 tramite il pin 4, parametrizzato come uscita. In particolare, il piedini collegati a J1, con la tecnica del peso binario, vanno a formare l'indirizzo del trasmettitore e solo il ricevitore,

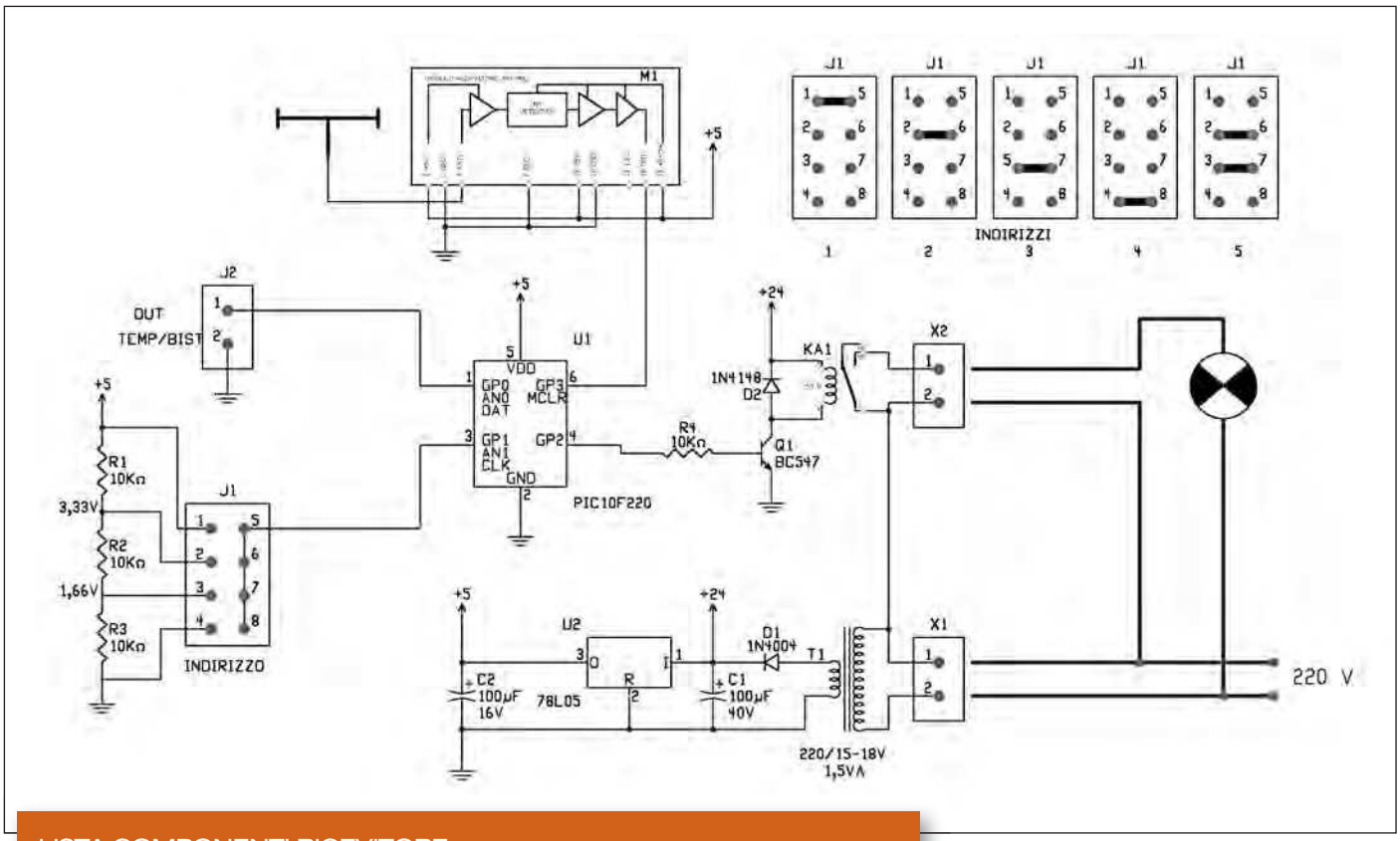


Figura 2: schema elettrico ricevitore.

LISTA COMPONENTI RICEVITORE

R1, R2, R3, R4	10 Kohms 1/8W
C1	100 µF 40 V
C2	100 µF 16V
D1	1N4007
D2	1N4148
U1	PIC10F220
U2	78L05
Q1	BC547
M1	RX BC-NBK (Aurel)
KA1	Relè 24V
T1	Trasformatore 230/15 1,5VA
X1, X2	Morsettiere 2 poli
J1	Strip doppio 4 +4 poli passo 2,54mm
J2	Strip 2 poli passo 2,54mm

che avrà la stesso indirizzo, cambierà lo stato della propria uscita. In questo modo riusciamo a fare coesistere fino ad otto trasmettitori diversi all'interno della stessa casa, anche se, come vedremo dallo schema elettrico del ricevitore, potremmo gestire non più di cinque indirizzi diversi. L'associazione jumper/indirizzo, risulta evidente dallo schema elettrico.

Lo schema elettrico del ricevitore risulta leggermente più complesso perché sono maggiori le funzioni da gestire.

Contrariamente al trasmettitore, che viene alimentato per il tempo necessario all'invio di una stringa, il ricevitore deve essere sempre pronto alla ricezione di un comando da parte del trasmettitore. Conviene investire in maniera appropriata allo stadio di alimentazione per aumentarne l'affidabilità complessiva. Allo scopo si è utilizzato un classico trasformatore che riduce la tensione, una volta raddrizzata da D1 e filtrata da C1, idonea ad alimentare il relè KA1. L'integrato regolatore U2, con il contributo di C2, riduce ulteriormente la tensione ai classici 5V.

Lo schema elettrico del ricevitore è visibile in **figura 2**. Il micro utilizzato dal ricevitore è lo stesso del trasmettitore. Al fine di renderlo il più possibile universale, è stato aggiunto il jumper J2 per mezzo del quale possiamo decidere se l'uscita attua un comportamento bistabile o temporizzato. Nel primo caso, il relè KA1 viene eccitato alla pressione del pulsante del trasmettitore e resta in tale stato fin tanto che non arriva un secondo comando da parte del trasmettitore. Al comando KA1, l'uscita di tipo temporizzato chiude il proprio contatto per circa due secondi, dopodiché ritorna allo stato di riposo. Nel normale utilizzo di comando luci, tale jumper andrà lasciato aperto per ottenere il funzionamento di tipo bistabile dell'uscita. Come avrete notato, non è stata usata alcuna resistenza di pull-up in quanto viene sfruttata quella interna al micro, semplificando ulteriormente il circuito.

La gestione del relè è affidata al GP2 tramite il transistor Q1 che agisce da amplificatore di corrente.

Il modulo ricevitore M1 è di tipo superreattivo il quale garantisce una discreta

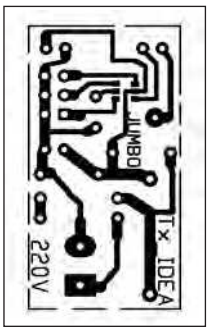


Figura 3: circuito stampato del trasmettitore.

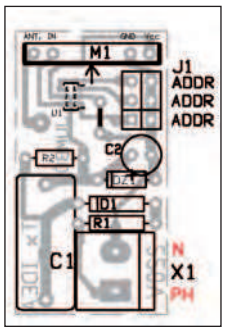


Figura 4: disposizione componenti nella versione a 230V.

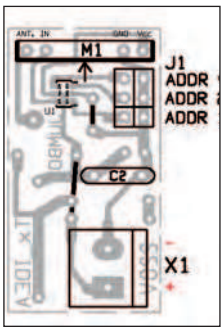


Figura 5: disposizione componenti nella versione a batterie.

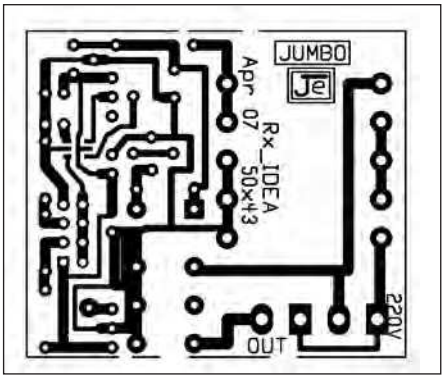


Figura 6: circuito stampato del ricevitore.

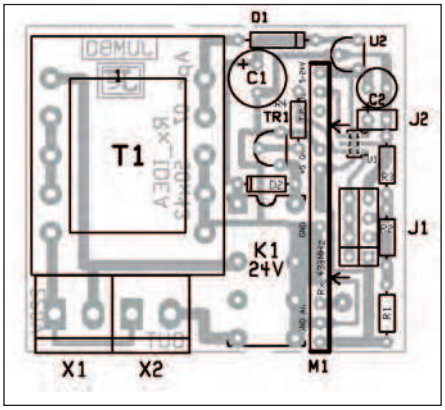


Figura 7: disposizione componenti del ricevitore.

sensibilità ad un costo decisamente abbordabile, ideale per applicazioni economiche di questo tipo. L'uscita del modulo è collegata al GP3 del micro, che può funzionare esclusivamente come ingresso. La gestione dell'indirizzo, con un unico piedino a disposizione, può sembrare ostica. La soluzione adottata è presente anche in qualche datasheet di Microchip, un partitore resistivo associato al ADC del PIC. Dallo schema elettrico del ricevitore notiamo la presenza di R1, R2 e R3 collegate a J1. La combinazione dei jumper di J1 viene tradotta dal micro in una tensione e dal programma in un indirizzo. Nello schema elettrico sono presenti le varie combinazioni per ottenere l'indirizzo che va da 1 a 5.

Ogni ricevitore viene controllato esclusivamente dal trasmettitore che possiede lo stesso indirizzo. Ovviamente, più trasmettitori possono avere lo stesso indirizzo, controllando di fatto lo stesso ricevitore.

FIRMWARE

Durante la descrizione dello schema elettrico, abbiamo fatto notare quanto siano limitate le risorse del micro utilizzato. In particolare, la scarsa memoria a disposizione, ci obbliga a scartare linguaggi ad alto livello indirizzandoci alla programmazione tramite l'assembler. Il firmware del trasmettitore (*Tx_IDEA.asm*) è piuttosto semplice. Una volta alimentato, il PIC esegue la giusta parametrizzazione dei vari registri (*start*), quindi legge lo stato degli ingressi collegati a J1 per determinare l'indirizzo del trasmettitore (*_main*) e invia la stringa completa al modulo M1 per la trasmissione nell'etere (*_Tx*).

Finché il trasmettitore è alimentato, il PIC invia continuamente la stringa intervallata da una pausa per consentire al condensatore C2 di caricarsi.

Il protocollo di trasmissione adottato è molto semplice ed è composto da:

1 bit di start

1 Byte con codice fisso (0x35)

1 Byte contenente l'indirizzo del trasmettitore e lo stesso complementato.

Da notare che l'accoppiata PIC trasmettitore e PIC ricevitore non fanno uso di alcun tipo di oscillatore quarzato. Per ovviare al problema, ogni bit è stato diviso in tre parti. In questo modo il micro del ricevitore riesce a sincronizzarsi su ogni singolo bit, ricostruendo in maniera ottimale la stringa inviata dal trasmettitore nonostante possono esserci differenze sulla frequenza di clock tra i due micro.

Ovviamente, il ricevitore viene gestito da un programma (Rx_IDEA.asm) leggermente più complesso. Dopo la giusta parametrizzazione dei registri (*start*), il programma impone al PIC di testare continuamente il GP3 e verificare se è presente una richiesta da parte del trasmettitore (*main*). Se ciò è verificato, il micro salta alla routine "*_Rx*", quindi controlla l'integrità del pacchetto confrontando il proprio indirizzo che deve essere uguale a quello trasmesso (*_main_ctr, _ADC*). Nel caso il tutto coincida, viene attivata l'uscita nel modo stabilito dal jumper J2. Un efficace sistema antiripetizione impedisce al relè di cambiare stato ad ogni stringa inviata. Ciò è necessario per evitare funzionamenti indesiderati nel caso si insista in prolungate pressioni sul pulsante del trasmettitore.

MONTAGGIO

Nonostante il trasmettitore presenti un numero esiguo di componenti, particolare attenzione va posta nel montaggio del PIC. A tal fine consigliamo caldamente di costruire fedelmente il circuito stampato proposto in **figura 3**. Da notare che il PIC presenta un contenitore di tipo SMD, pertanto va montato dal lato rame. Anche la disposizione del componente è decisamente importante, un piccolo bollino identifica il piedino 1. Le dimensioni estremamente ridotte impongono un minimo di attrezzatura durante la fase di saldatura, in particolare il saldatore deve avere la punta molto fine ed è necessario disporre di una lente da tavolo o del tipo da indossare sul capo che permetta di avere le mani libere.

Una volta in possesso del circuito stampato inciso e forato, la prima operazione da compiere è proprio la saldatura del micro. Prima di procedere, è consigliabile prestagnare con un leggero strato di stagno le sei piazzole su cui andrà saldato il PIC. Piazzate il componente con il pin 1 collegato alla piazzola 2 di J1 e procedete alla saldatura di un unico pin. Verificate se la posizione è corretta e tutti i piedini combaciano con le relative piazzole di rame. Procedete con la saldatura dei restanti piedini e nel caso abbondiate con lo stagno o creiate dei corto circuiti, risolvette

il tutto con della treccia di rame dissaldante. Quanto descritto per il trasmettitore vale anche per il ricevitore, prendete tutto il tempo necessario durante la saldatura perché si tratta di un'operazione delicata che determinerà, in maniera predominante, il successo del progetto.
Una volta terminata la saldatura del PIC, completate il montaggio, illustrato dalla **figura 4**, con i restanti componenti. Se non avete a disposizione una presa a 230V e quindi optate per l'alimentazione a batterie **(figura 5)**, dovette montare solamente la morsettiera X1, i jumper J1 e il modulo M1 che va montato con il lato componenti rivolto all'interno del CS. Un piccolo ponticello e il condensatore C2 da 0,1 µF, il cui valore non è determinante, completerà l'intero circuito. Sono sufficienti tre batterie formato mini stilo collegate in serie per alimentare, per diversi anni, il trasmettitore. Infatti, l'esiguo consumo, in aggiunta al fatto che lo stesso viene alimentato esclusivamente nel momento che invia il comando, assicurano una durata lunghissima al pacco batterie, soprattutto se di tipo alcaline, le quali presentano, tra le varie caratteristiche, un'autoscarica molto bassa.
Analogamente anche per il ricevitore è stato approntato un circuito stampato estremamente compatto **(figura 6)**. Tutti i componenti trovano posto in una scheda che misura appena 50 x 43 mm. Anche in questo caso la prima operazione da compiere, una volta in possesso del CS inciso e forato, è quella di saldare il micro dal lato rame. Il pin 1 del PIC è collegato alla piazzola 2 di J2.
Continuate con il montaggio dei componenti radenti alla superficie, quindi tutti gli altri lasciando per ultimo il trasformatore T1 e non montate assolutamente il modulo ricevitore M1, altrimenti non riuscirete a programmare il PIC. La **figura 7** illustra la corretta disposizione dei componenti.
Nota importante per il trasformatore T1, il modello utilizzato presenta una potenza di 1,5 VA con l'uscita di 19V, idoneo a pilotare un relè da 24V. Se nel cassetto avete un trasformatore di analoga potenza ma da 9/10V e un relè da 12V, non esitate a montarli al posto di quelli proposti, il tutto funzionerà comunque.

COLLAUDO

Prima di collaudare le due schede, è necessario caricare il Firmware all'interno di ogni PIC. Essendo questi ultimi in formato SMD, non è possibile montarli su uno zoccolo e procedere al caricamento del programma per mezzo di un programmatore da banco, ma è necessario effettuare dei collegamenti direttamente al circuito stampato e, per mezzo di questi, collegare il programmatore. In particolare, nella schedina del trasmettitore vanno collegati i terminali provenienti dal programmatore con questo ordine:
CLK al pin 1 di J1
DATA al pin 2 di J1
Vpp al pin 3 di J1
GND indifferentemente ai pins 4, 5 o 6 di J1
Vcc (5V) al punto in comune tra C1, C2, R1 e DZ1.
Se è il micro è stato montato in maniera corretta, il programmatore deve riconoscerlo immediatamente, quindi procedete al caricamento del file (Tx_IDEA.HEX) che potete scaricare dal sito della rivista.
Analogamente, il PIC del ricevitore va programmato con lo stesso criterio, i collegamenti da effettuare sono:
CLK indifferentemente ai pins 5, 6, 7 o 8 di J1
DATA al pin 2 di J2
Vpp al pin 14 di M1
GND al pin 4 di J1 o pin 1 di J2
Vcc (5V) al pin 1 di J1.
Anche in questo caso il programmatore deve riconoscere immediatamente il PIC eventualmente dopo avere selezionato la famiglia PIC10F2xxx, se questo non lo fa in maniera automatica.
Il file da caricare in questo caso è "Rx_IDEA.HEX". Se il programmatore segnala il corretto caricamento del Firmware e se lo stesso riesce a leggere in maniera corretta il PIC saldato sulla scheda del ricevitore, potete procedere al montaggio del modulo ricevitore M1. Da notare che il modulo va montato con il lato componenti rivolto verso J1 e J2.
Grazie all'utilizzo dei moduli non è necessario nessun tipo di taratura, possiamo, quindi, procedere immediatamente al collaudo finale.
Il ricevitore va collegato ad una presa di corrente per mezzo di un cordone di alimentazione da connettere ai morsetti di X1, mentre il trasmettitore va collegato come da schema a seconda della versione che avete montato. Se disponete della versione completa funzionante a 230V, è importante che l'indirizzo del trasmettitore venga impostato prima di alimentarlo, per ovvi motivi di sicurezza. Impostate lo stesso indirizzo del ricevitore e provate a premere il pulsante del trasmettitore. Il relè del ricevitore deve reagire ad ogni pressione del pulsante.
Provate a cambiare l'indirizzo del ricevitore e agite ancora sul pulsante del trasmettitore. In questo caso il ricevitore deve ignorare il comando del trasmettitore e il relè non deve reagire in alcun modo.
A questo punto potete alloggiare le due schede in appositi contenitori o semplicemente all'interno di una scatola di derivazione.
Nel caso ci siano problemi di portata, è possibile ottimizzare l'accoppiata trasmettitore-ricevitore dotando ciascuno di uno spezzone di filo rigorosamente isolato, da saldare nelle apposite piazzole con la funzione di antenna. Alla frequenza di 433 MHz ogni spezzone di filo deve essere lungo 17 cm.

CONCLUSIONI

Il progetto è nato per soddisfare uno scopo ben preciso, nulla vieta però un utilizzo diverso. Il fatto stesso che sia possibile controllare l'uscita da bistabile a temporizzata, il costo estremamente basso e le dimensioni contenute, lo rendono ideale per le più svariate applicazioni. ❑

CODICE MIP 2804797

www.exposave.com

Fiera Verona
25-26 ottobre 2011

VERONAFIERE

EIOM

SAVE

Mostra Convegno Internazionale
delle Soluzioni e Applicazioni Verticali
di Automazione, Strumentazione, Sensori.

L'evento verticale di riferimento
Tecnologie, Soluzioni Applicate, Formazione

- Sistemi di Controllo (DCS, PLC, PC Industriali)
- Strumentazione industriale di misura e controllo
- Interfacciamento HMI
- Sensoristica
- Quadri e regolatori
- Software per l'industria
- SCADA, telecontrollo e reti tecnologiche
- Strumentazione da laboratorio
- Valvole e attuatori
- Efficienza Energetica
- Motion Control
- Fieldbus e comunicazione

Il miglior rapporto qualità - prezzo
- Stand Preallestiti
- Workshop Tecnici
- Incontri Verticali

CODICE MIP 2801968

WEBRADIO
la *radio* via internet

L'evoluzione tecnologica spinge verso soluzioni sempre più integrate consentendo di realizzare pressoché qualsiasi tipo applicazione inclusa la possibilità di ascoltare musica su piattaforme sempre più ridotte e flessibili

Lo streaming è il sistema attraverso il quale è possibile trasmettere dei messaggi audio con caratteristiche di continuità attraverso la rete Internet e mediante un server di tipo multicast dedicato, è così possibile ascoltare la trasmissione da più postazioni in modo contemporaneo. Grazie a questa nuova tecnologia sono nate le prime Web Radio negli Stati Uniti proposte da gruppi musicali importanti anche per permettere a gruppi emergenti di far conoscere la propria musica o per promuovere dibattiti politici e sociali. Il funzionamento dello streaming è basato sul sistema di connessione di tipo client/server, ovvero l'emittente radiofonica utilizza un software specifico che codifica il messaggio audio trasmesso al computer, attraverso un microfono o un collegamento di linea, in formato compresso, MP3 o secondo il formato Ogg, e lo invia in frame di file ad un server multicast (collegato alla rete con banda larga) che rende possibile l'ascolto da più utenti contemporaneamente. Dall'altro lato, l'utente si collega al server multicast con il proprio software lettore audio/video, inclusi Winamp, Windows Media Player, XMMS o Real Player, il quale scarica i frame di file audio utilizzando

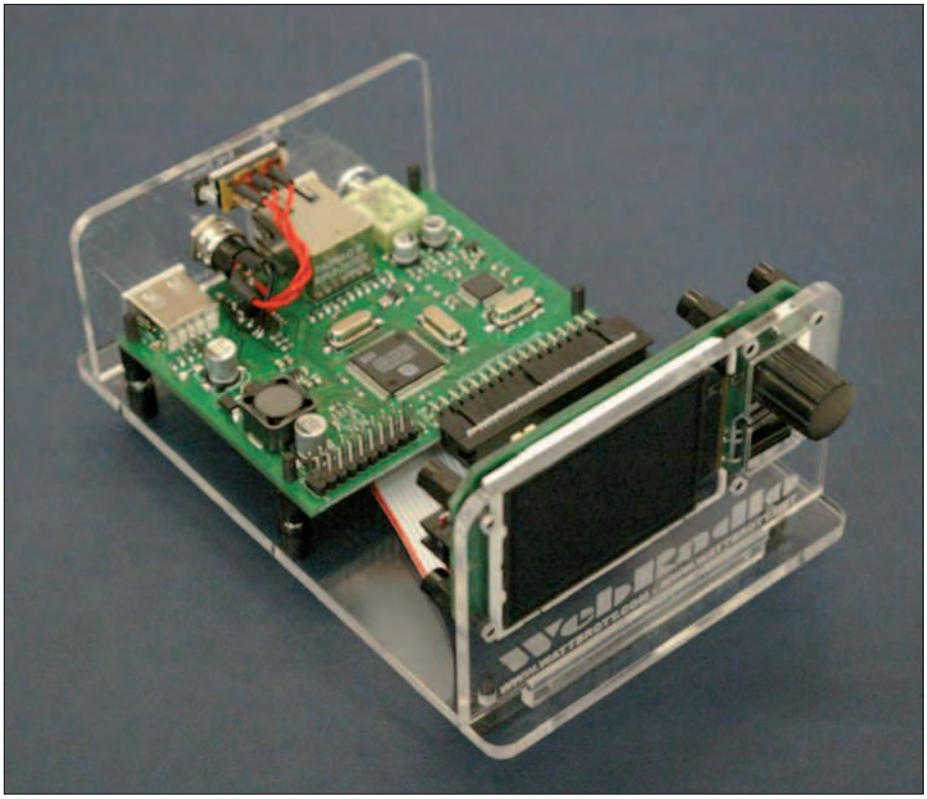


Figura 1: WebRadio.

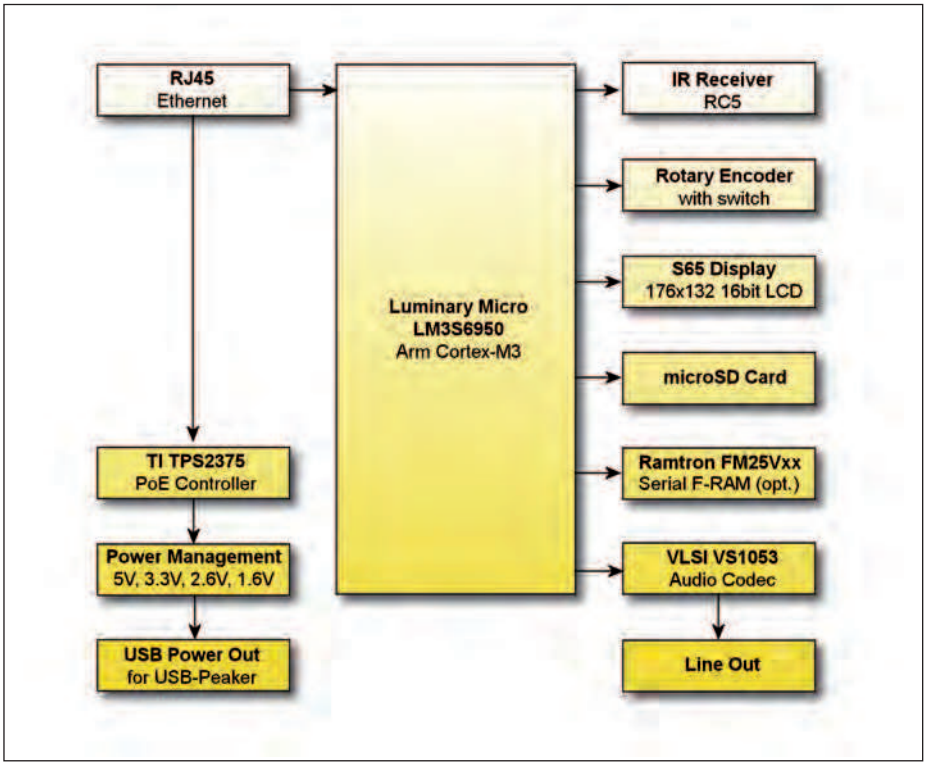


Figura 2: schema del progetto.

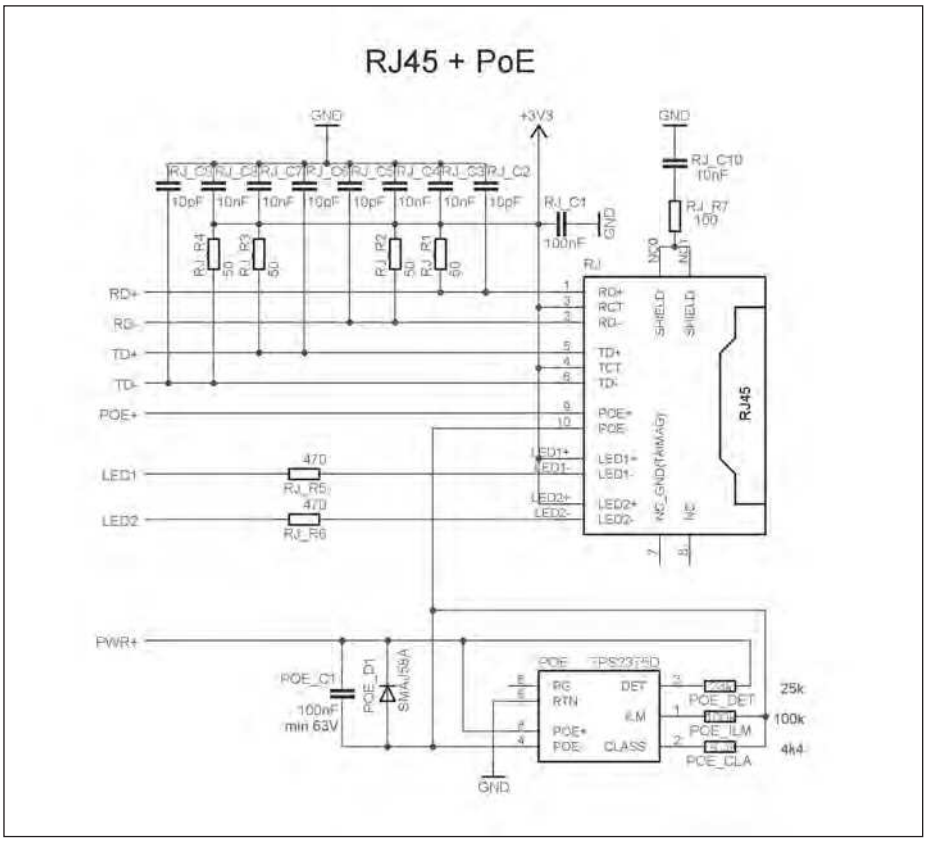


Figura 3: Poe e Ethernet.

uno spazio della RAM del computer chiamato buffer. Il buffer ha il compito di permettere l'ascolto utilizzando la tecnologia di streaming; in effetti, continuando a scaricare gli spezzoni di file audio mentre l'utente ascolta lo spezzone già scaricato in precedenza, crea un flusso continuo fra il download e la riproduzione che rende possibile la trasmissione in diretta.
In questo articolo daremo una vista d'insieme alla nostra Web Radio allo scopo di inquadrare il progetto, mentre in un successivo cercheremo di fare chiarezza su altre interessanti prerogative del kit.

PROGETTO

In questo articolo ci occuperemo di un particolare progetto open sopurce della Wetterott Electronic **(figura 1)** con piena disponibilità di sorgenti e schemi: il progetto risulta abbastanza complesso **(figura 2)** tanto che metteremo in evidenza i diversi moduli funzionali. Il progetto, ARM WebRadio, è una realizzazione embedded di un radio basata su processore ARM della serie Cortex-M3 utilizzando l'Audio Codec VS1053 con PoE, ovvero Power over Ethernet.
Il dispositivo VS1053 è in grado di decodificare vari formati audio inclusi Ogg Vorbis, MP3, AAC, WNA, FLAC, WAV e MIDI. L'accesso alla rete globale Internet è assicurata dalla presenza del connettore Ethernet RJ45 dove i diversi LED presenti sono utilizzati per monitorare la linea, **figura 3**.

ETHERNET

La porta Ethernet è gestita direttamente dal processore Stellaris LM3S6950, un microcontrollore basato su core ARM della serie Cortex-M3 in grado di operare a una frequenza di 50 MHz e con 256 KB flash e 64 KB SRAM con linea 10/100 Ethernet MAC/PHY. Il componente risulta conforme alle specifiche IEEE 802.3-2002 e IEEE 1588-2002 Precision Time Protocol (PTP) con Full e half-duplex per le due soluzioni 100 Mbps e 10 Mbps, oltre a disporre di un 10/100 Mbps Transceiver (PHY) integrato e automatic MDI/MDI-X cross-over correction con un MAC address programmabile.La Web

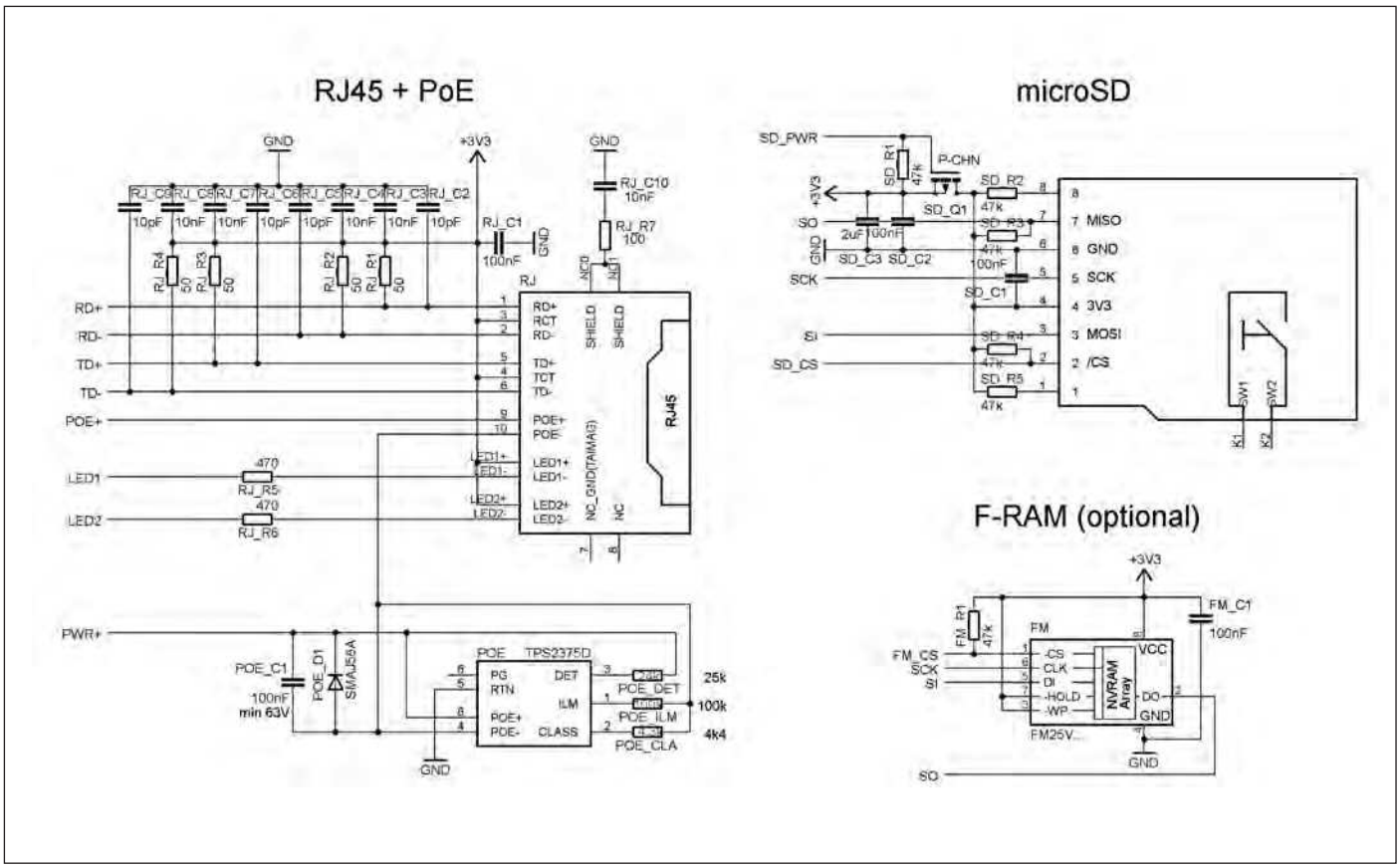


Figura 4: RSJ45 e Poe.

Radio può essere alimentata attraverso il PoE (Power over Ethernet) o con un'alimentazione esterna su jack 2.1mm, **figura 4**.

IR RECEIVER

Il controllo remoto, modulo funzionale IR Receiver in **figura 5**, permette di selezionare il volume dell'audio, l'accensione, lo spegnimento o la modalità di standby. Per svolgere queste operazioni la Web Radio ricorre al Photo Modules per PCM Remote Control Systems, un dispositivo utile su diverse frequenze. Il componente TSOP17x è un dispositivo estremamente contenuto che consente di ricevere comandi in modo semplice ed economico sfruttando, per l'appunto, la tecnologia all'infrarosso. Il componente della serie TSOP17 è un ricevitore a infrarossi per telecomandi, preamplificatore e demodulatore, in un'unica unità con filtro BP interno con interfaccia di uscita TTL, schermatura RFI interna e angolo di accettazione di 90°.

ROTARY ENCODER

La Web Radio utilizza anche un encoder a rotazione, **figura 6**, alla base di qualsiasi interfaccia uomo macchina, Human-to-human interface; in effetti, da diverso tempo, i controlli di processo sono utilizzati in un'enorme varietà di applicazioni: dalle attrezzature di processo al packaging. Allo scopo di ridurre i costi, oggi si preferisce utilizzare dei sistemi di controllo di tipo digitale che consentono anche di ottenere delle soluzioni più efficaci e di questi, di certo, gli encoder di tipo a rotazione rappresentano le soluzioni più economiche per queste particolari applicazioni, oltre ad incidere sulla conversione di un segnale analogico verso uno digitale. Nella scelta di un dispositivo di questo tipo è necessario considerare diversi fattori, inclusi la tipologia del segnale di uscita desiderato, la durata e le caratteristiche di commutazione: un encoder a rotazione senza contatti meccanici è di gran lunga ritenuto più affidabile.

DISPLAY

Il progetto prevede la presenza di un display, **figura 7**, e, a questo riguardo, è possibile scegliere diversi modelli. Il **listato 1** (disponibile gratuitamente su www.farelettronica.com) mostra, al contrario, la realizzazione di un possibile driver per consentire la gestione del display LCD S65.

PER *approfondire...*

[1] Codice sorgente dell'intero progetto, firmware e software http://arm-webradio.googlecode.com

[2] kit ARM Cortex-M3 WebRadio http://www.watterott.com/en/ARM-WebRadio

[3] FatFs, Fat File System per applicazioni embedded http://elm-chan.org/fsw/ff/00index_e.htm

PROMOSSO DA:

assodel

Associazione Nazionale Fornitori Elettronica

I CONTENUTI

L'evento dedicato alle tecnologie **LED** e alle loro molteplici applicazioni
Ogni incontro strutturato su innovazioni di prodotto e soluzioni applicative dedicate a uno specifico segmento di mercato.
Il Fortronic per approfondire conoscenze e opportunità.

IL TARGET

Progettisti, tecnici, system integrator, eco&energy efficency specialist, architetti, lighting designer, interior and out door specialist, impiantisti, produttori "illuminotecnici", industrial engineer, insegnisti, manager uffici acquisti, assessorati urbanistica, facilities aziendali

IL FORMAT

Un **one-day event** di conferenze, dibattiti, workshop organizzati dal Comitato Tecnico Assodel *(Associazione Nazionale Fornitori Elettronica)*

Una "**community area"** di incontro tra la domanda e l'offerta di soluzioni e proposte

Un "**educational support"** di seminari formativi e tutorial applicativo progettuali per gli approfondimenti

In agenda:

12 MAGGIO 2011- MILANO
ACHITECTURE & VISUAL
Tecnologie e Applicazioni
I **LED** nelle applicazioni per architetti e designer
La visualizzazione: display e **LED**

20 SETTEMBRE 2011- PADOVA
ILLUMINOTRONICA
Tecnologie e Tecnici
I **LED** nelle applicazioni civili e industriali: dalle strade ai prodotti

1 DICEMBRE 2011- ROMA
SIGNAGE & ECOLIGHTING
Tecnologie e Impianti
I **LED** nella segnaletica e insegnistica
i *premi* alle soluzioni di risparmio energetico

FORTRONIC
an assodel electronics forum

12 MAGGIO 2011
V EDIZIONE

MILANO
CENTRO CONGRESSI MILANOFIORI
Assago (MI)

CODICE MIP 2799878

LUMEN
OPTO TECHNOLOGIES
FORTRONIC
an assodel electronics forum

event promoter

Solar & Lighting Revolution

Farnell

partecipazione gratuita, previa registrazione

www.lumenfortronic.it

Informazioni e segreteria: Tel 02 210 111 236
e-mail: marketing@fortronicforum.com

ORGANIZZAZIONE:

TECNO IMPRESE

Via Console Flaminio 19 - 20134 Milano
Tel 02 210.111.1 • Fax 02 210.111.222
cons@tecnoimprese.it • www.tecnoimprese.it

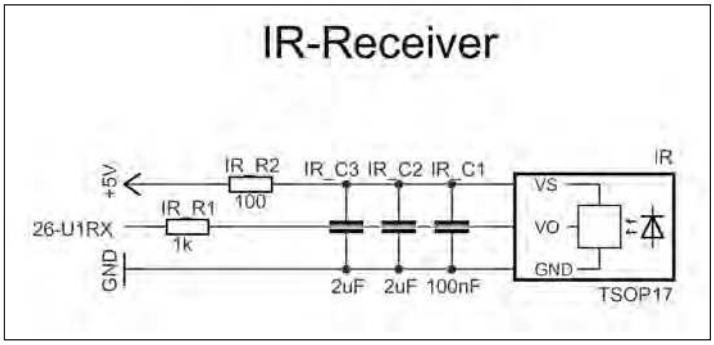


Figura 5: IR Receive.

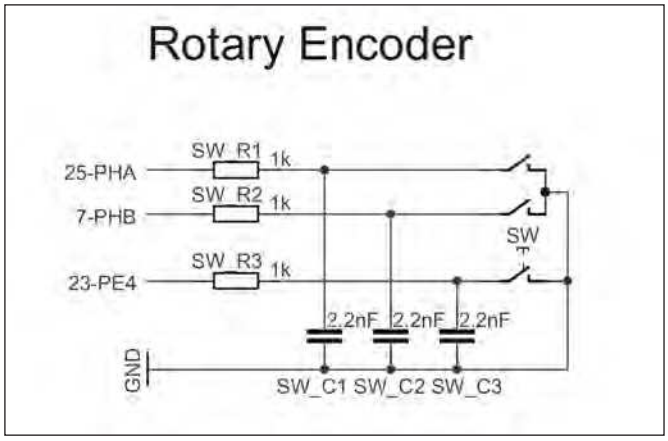


Figura 6: Rotary Encoder.

MICROSD CARD

La Web Radio prevede anche la presenza di una schedina di memoria, figura 8, con un file system di tipo FAT. In questa applicazione risulta conveniente utilizzare FatFs [3] perché è stato pensato e realizzato per piccoli dispositivi embedded. Il file system FatFs risponde allo standard ANSI C ed è completamente separato dallo strato di I/O, oltre ad essere indipendente da qualsiasi architettura hardware. FatFS può anche essere facilmente inserito in un progetto embedded senza particolare difficoltà, quali AVR, 8051, PIC, ARM, Z80, 68k. Il prodotto risulta compatibile con il FAT file system di Windows e dispone di un ridotto footprint.

SERIAL F-RAM

Queste particolari memorie sono disponibili in due differenti interfacce, ovvero I2C bus e SPI. L'interfaccia I2C utilizza un serial clock (SCL) e una linea seriale (SDA) per sovrintendere alla gestione dei dati ed è anche possibile, in accordo allo standard, gestire diversi componenti attraverso i pin A0-A2. La **figura 4** mostra la probabile connessione per gestire correttamente il dispositivo, anche se rimane puramente opzionale in quanto non risulta indispensabile alla nostra applicazione. Ad ogni modo, Watterott suggerisce di utilizzare le memorie su interfaccia SPI della serie Ramtron come la FM25L16B che offre 16Kb Serial 3V F-RAM Memory con la possibilità di assicurare una ritenzione dei dati per diversi decenni.

AUDIO CODEC

Il progetto utilizza un chip VS1053B della VLSI che permette di decodificare audio Ogg Vorbis/MP3/AAC/WMA/MIDI ed è gestito dal microcontrollore presente nel progetto. I chip della serie VS1053 rappresentano delle ottime soluzioni perché, insieme ai diversi decoder supportati, non sono complessi da utilizzare anche per via dei driver messi a disposizione dal costruttore. Il componente consente di inviare segnali audio attraverso la rete Ethernet ricorrendo al protocollo TCP/IP seguendo il paradigma delle connessioni di tipo client/server. L'unità trasmittente digitalizza il segnale in ingresso, campionandolo tramite lo stadio ADC (Analog to Digital Converter) del componente. Il segnale, a sua volta, viene elaborato dall'unità DSP (Digital Signal Processing) che si occupa di effettuare una compressione di tipo lossy, ovvero con perdita d'informazione. Il DSP opera secondo lo standard Ogg Vorbis. In effetti, come risulta dalle specifiche del componente, è possibile trattare la decodifica di multipli formati, ovvero:

- MP3 = MPEG 1 & 2 audio layer III (CBR+VBR+ABR)
- MP1 & MP2 = MPEG 1 & 2 audio layers I & II optional
- MPEG4 / 2 AAC-LC(+PNS), HE-AAC v2 (Level 3) (SBR + PS)
- WMA4.0/4.1/7/8/9 tutti i profili (5-384 kbps)

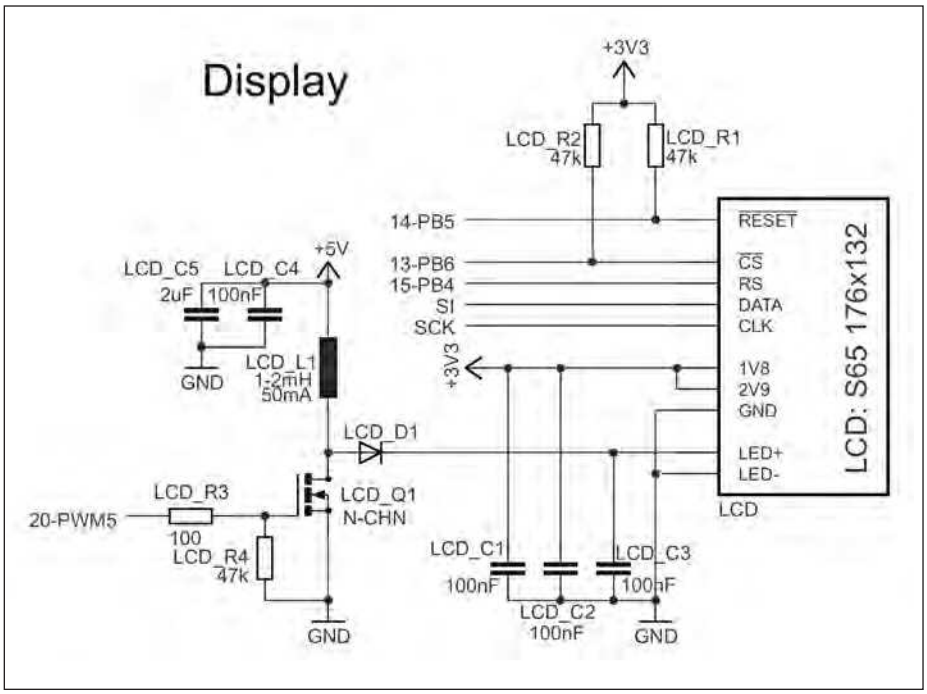


Figura 7: display.

- FLAC lossless audio con plugin software (fino a 24 bits, 48 kHz)
- WAV (PCM + IMA ADPCM)
- General MIDI 1 / SP-MIDI format 0

Con la codifica di tre differenti formati da mic/line in mono o stereo:

- Ogg Vorbis con plugin software
- IMA ADPCM
- 16 bit PCM

Il componente supporta diversi bit-rate per differenti applicazioni: Voice, Wideband Voice, Wideband Stereo Voice, HiFi Voice e Stereo Music. Per utilizzare un diverso bit-rate è necessario caricare nella memoria del componente un apposito plugin dell'encoding. Al termine della compressione, i dati, trattati secondo il criterio funzionale del real-time, sono inseriti in una coda FIFO da 2048 byte: sufficientemente grande da poter affidare ad essa tutti i ritardi di trasmissione del TCP o dell'UDP. La trasmissione audio su TCP/IP permette di inviare il segnale audio anche via Internet, a più unità riceventi. La sezione ricevente entra in gioco fin dall'arrivo del primo pacchetto, analogamente al client, provvede a ripulire i pacchetti secondo il protocollo utilizzato dalla rete, dalle informazioni di trasporto e a ricostruire il flusso originario salvandolo nel buffer del VS1053.

INTERFACCIA SPI

L'interfaccia SPI utilizza al massimo quattro fili per trasferire i dati. Nella tipologia SPI uno dei nodi invia un clock insieme ai dati. Il clock, trasmesso su un pin chiamato SCK (serial clock) con i dati sul pin MOSI, è utilizzato per determinare la velocità a cui il ricevitore leggerà i dati per mezzo di un registro a scorrimento: il clock è trasmesso sempre dal device master e un sistema di questo tipo è anche chiamato comunicazione monodirezionale. In una interfaccia di questo tipo, i dati sono inviati in una direzione sul pin MOSI insieme ad un altro blocco di dati MISO (Master In Slave Out) in modo contemporaneo. In effetti, è sempre necessario inviare un byte e riceverne un altro in risposta. È possibile aggiungere più slave sullo stesso bus, ma il master si deve preoccupare di selezionare lo slave con cui scambiare i dati utilizzando il pin SSEL (Slave Select).

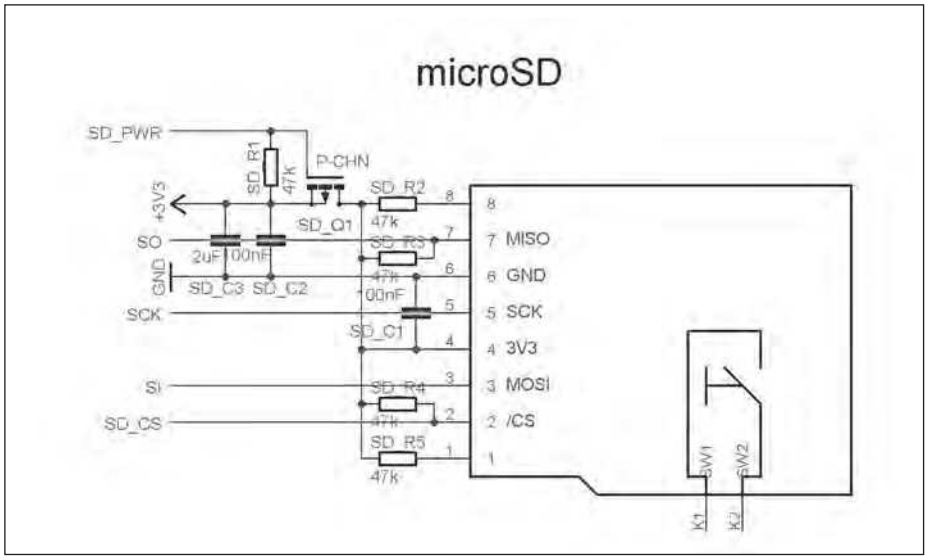


Figura 8: MicroSD.

GESTIONE DELLA RETE

Il costruttore, insieme al codice sorgente di Web Radio [1], offre una completa suite software Ethernet per gestire la rete attraverso i protocolli ARP, IP, IP-MultiCast, ICMP, TCP e UDP consentendo la funzionalità dei client DHCP, DNS e NTP con i server HTTP, FTP. Alcune funzionalità sono, al momento, ancora in fase sperimentale, ovvero il protocollo RTP.

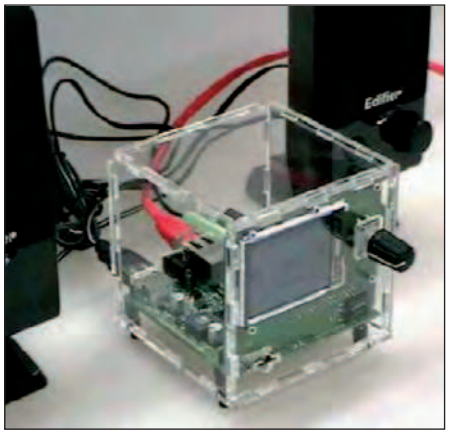
Aggiornamento del firmware sulla scheda

La procedura per aggiornare il codice residente è semplice ed è alla portata di tutti. Una volta in possesso del firmware e scaricato sulla schedina con FAT16 o, in alternativa con FAT32, occorre rinominarlo in Firmware.bin.

Successivamente, agendo sulle impostazioni del Rotary Encoder occorre lanciare il bootloader che, al termine della procedura di caricamento, visualizzerà una serie di scelte disponibili:

Start Application Run the current Firmware
Flash /FIRMWARE.BIN Program FIRMWARE.BIN from the memory card
Flash /FIRMWARE.BAK Program FIRMWARE.BAK from the memory card
Backup Firmware to /FIRMWARE.BAK

Come primo passo, si consiglia di fare una copia del firmware già presente sulla scheda con "Backup Firmware to /FIRMWARE.BAK" per evitare di perdere una versione funzionante. In seguito, si seleziona "Flash /FIRMWARE.BIN" per sovrascrivere il contenuto delle memorie flash. In un successivo articolo vedremo come programmare il kit ricorrendo all'interfaccia JTAG utilizzando OpenOCD.



CONCLUSIONE

Il progetto è completo e può essere facilmente realizzato da qualsiasi appassionato. Non solo, il kit è offerto completo di codice sorgente commentato e, soprattutto, comprensibile.

La documentazione, poi, permette di capire le diverse scelte operate dal costruttore. Il costruttore, Watterott Electronic, offre anche il prodotto ARM Cortex-M3 WebRadio Kit già pronto all'uso a soli 85 euro e, ad oggi, il kit è in grado di lavorare con i display S65-L2F50, S65-LPH88, S65-LS020, MIO283QT-1 e MIO283QT-2. ❑

CODICE MIP 2804777

Sensori per TUTTI

Se il tuo problema è aggiungere e testare rapidamente un sensore con il tuo prototipo, forse non sapevi che Parallax ne fornisce di convenienti e pronti all'uso: accelerometri, temperatura, umidità, GPS e posizionamento, rotazione, distanza, colore e luce, pressione, movimento, gas, suono, e molti altri.

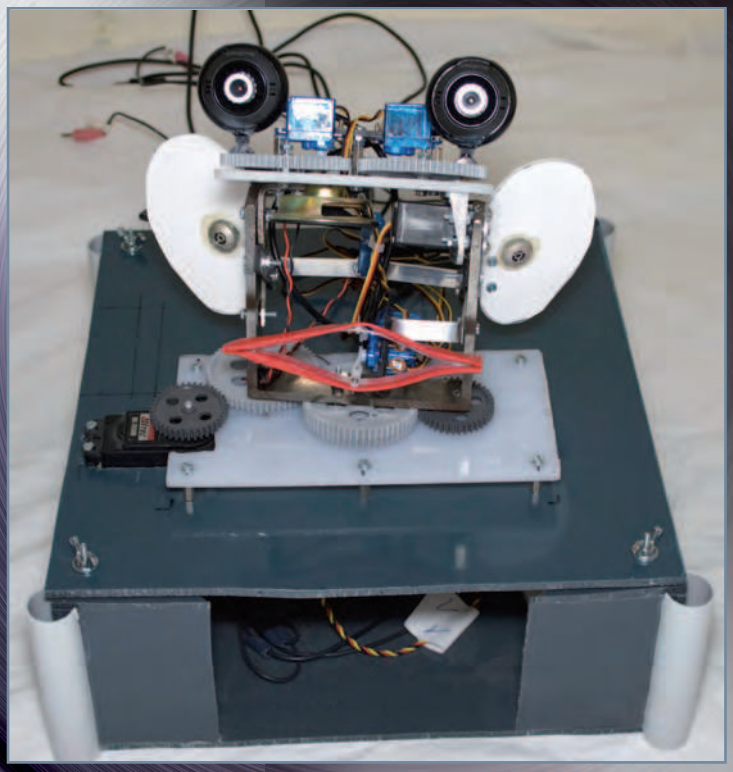
Distribuito da **elettroshop.com**
tel. 02 66504794 - fax 02 66508225
www.elettroshop.com/sensori

PARALLAX INC
www.parallax.com
Friendly microcontrollers, legendary resources.™

Parallax ed il logo Parallax sono marchi registrati di Parallax Inc.

CODICE MIP 2806743

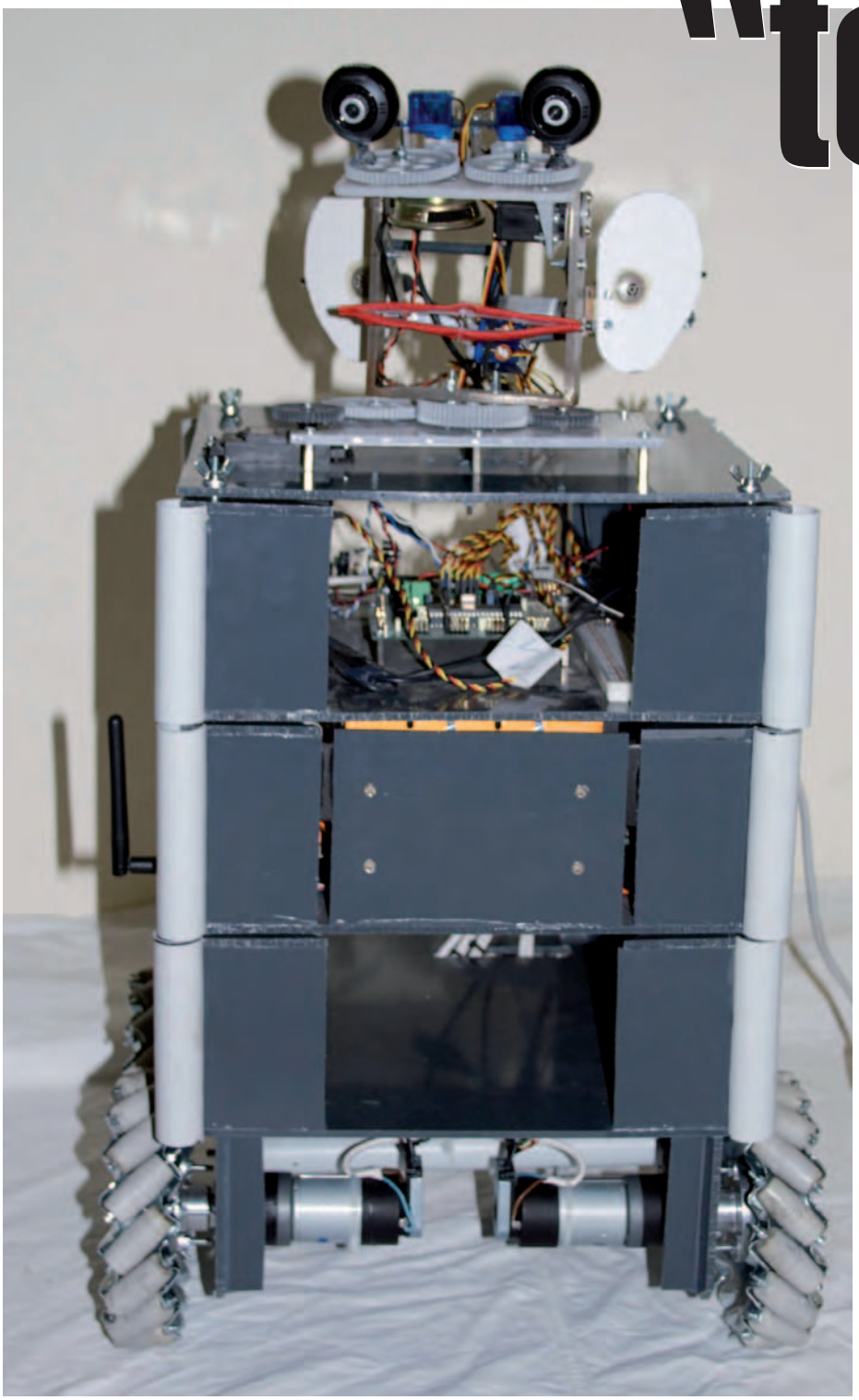
RobotZone



104 ROBOT GOLEM (parte terza)
IL PIANO "TESTA"
Costruiamo la testa del Robot: un sistema a sette gradi di libertà dotato di cervello elettronico.
di Mattias Costantini

IL PIANO "testa"

Robot Golem *(parte terza)*



Costruiamo la testa del Robot: un sistema a sette gradi di libertà dotato di cervello elettronico

Negli articoli precedenti, ho introdotto il progetto del robot Golem. Nel primo ho brevemente descritto il progetto, il suo scopo e le sue funzionalità: il Golem è un personal robot open source che si predispone a diventare una piattaforma di apprendimento per tutte quelle persone che si stanno appassionando al campo della robotica amatoriale. La sua modularità meccanica, hardware e software, ne permette l'espansione, al contrario di molti altri progetti che ne limitano le possibilità. Nell'articolo pubblicato lo scorso mese, ho descritto, invece, come si realizza un modulo del Golem (o piano base), le dimensioni che deve avere, con cosa è costruito e come costruirlo meccanicamente. Ho esposto come i vari piani comunicano tra di loro tramite il GBus che incorpora il bus di comunicazione e di alimentazione. Un primo esempio pratico di creazione di un piano, è stato dato con la descrizione del modulo centrale del robot. Il modulo centrale incorpora anche una motherboard Mini-Itx, che sarà utile quando si inizierà a sviluppare l'intelligenza artificiale di bordo. Questa scheda madre, come tutte le schede madri dei personal computer, incorpora dispositivi di Input/Output come porte USB, uscite ed entrate audio che saranno usate nel mo-

Figura 1: vista del piano testa montato con gli altri moduli.

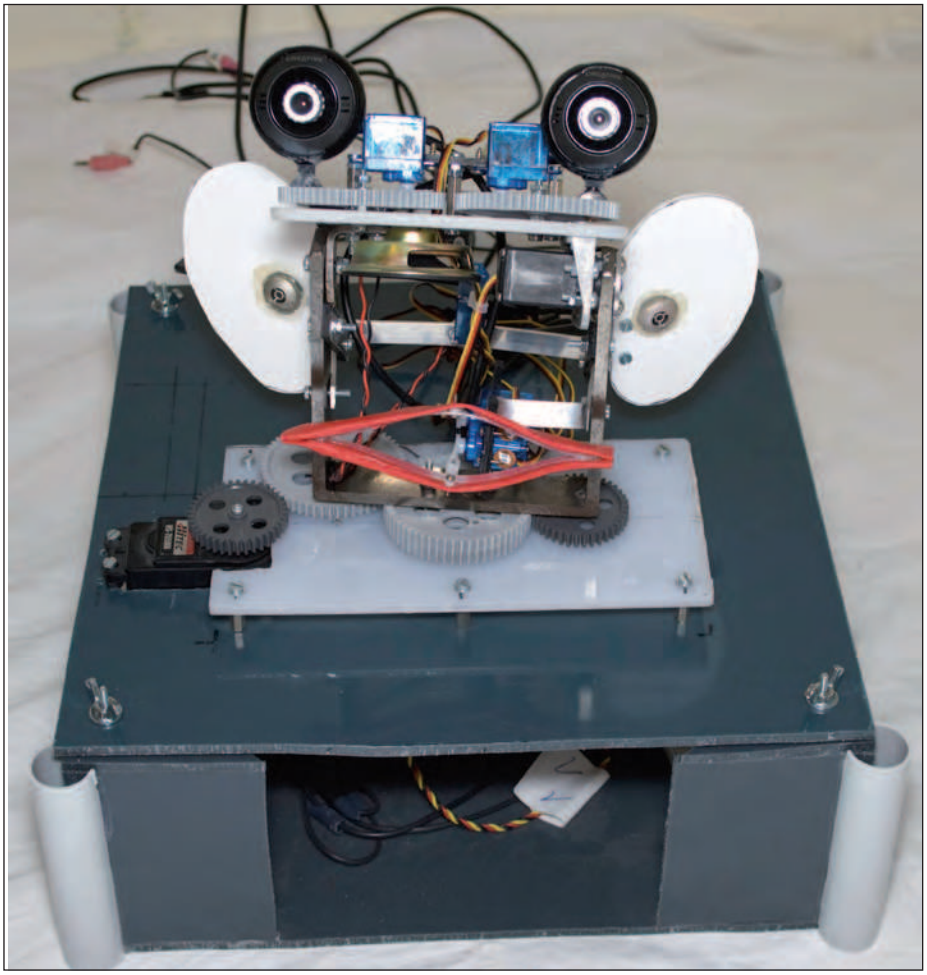


Figura 2: vista del piano testa superiore ed inferiore.

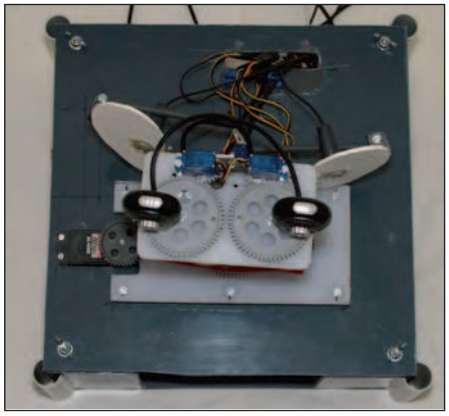


Figura 3: vista del piano testa dall'alto.

dulo testa. In questo articolo descriverò:

- la prima parte del modulo testa
- perché è stata data una testa al Golem
- cosa è stato utilizzato per crearla.

INTRODUZIONE

Sulla rete si possono trovare un'infinità di tipi di robot: esapodi, bipedi, quadrupedi, con ruote accoppiate ecc. Ma quali sono i robot che riescono a dare un maggiore impatto sulle nostre sensazioni? Sicuramente, fra tutti gli esempi sopra elencati, spiccano i robot bipedi perché ci assomigliano, li vediamo muoversi compiendo movimenti articolati che gli permettono di deambulare in un modo similare al nostro. Ma molto spesso, dopo questo primo impatto visivo, difficilmente ci trasmettono qualcosa in più, restando molto spesso costosi giocattoli telecomandati magari dimenticati sopra uno scaffale. Negli ultimi anni l'industria ha commercializzato un numero sempre crescente di robot da compagnia e divertimento, a partire dall'antesignano Furby, il peloso automa che è entrato prepotentemente nell'immaginario dei "robottari" alla fine degli anni novanta, sino ad arrivare al recente Pleo della Ugobe, il simpatico cucciolo di dinosauro robot che si muove in modo sorprendente, alla ricerca di attenzione e coccole. Ma cosa li rende così diversi da tanti altri, cosa differenza un Pleo rispetto ad un Robosapien? Che cosa hanno in comune tutti questi robot? Hanno in comune il modo in cui interagiscono con noi: si presentano con una forma ben definita e conosciuta, che molte volte esprime tenerezza e simpatia. La loro struttura hardware e software, corredata di sensori, pelle sintetica, voce, orecchie ed occhi, li rende in grado di creare dei link comunicazionali con la persona che gli sta davanti, illudendola e predisponendola maggiormente ad una iterazione uomo-robot. Questa nuova branca della robotica viene studiata da diversi anni da molte università. Pionieri di questa ricerche sono stati i laboratori del MIT (Massachusetts Institute of Technology) che con i robots Kismet e Leonardo, sviluppati durante gli anni '90, hanno dato un importante impulso alla ricerca in questo campo, senza contare i fantastici Animatronic della Hanson Robotics che esteriormente sono sempre più simili a delle persone umane. Ma poniamo ora la nostra attenzione sul robot Kismet che, dotato di dispositivi atti a simulare i nostri sensi come la vista e la voce, ha una importante caratteristica che lo differenzia dagli altri robot: la possibilità di simulare le emozioni e per farlo, oltre ad utilizzare la voce, usa il suo volto gestito da dei motori software che permettono di far assumere al robot diverse espressioni e posture facciali. Gli esseri umani sono in grado di sviluppare, con l'esperienza, migliaia di espressioni facciali che differiscono fra loro per pochi dettagli e grazie alle ricerche pionieristiche dello psicologo Paul Ekman, è stato possibile catalogarle, creando un vero e proprio sistema di codifica denominato FACS (*Facial Action Coding System*) dove ad ogni espressione facciale corrisponde una ben precisa emozione. Si possono ritrovare normali atteggiamenti della natura umana come felicità, paura, collera, disprezzo, tristez-

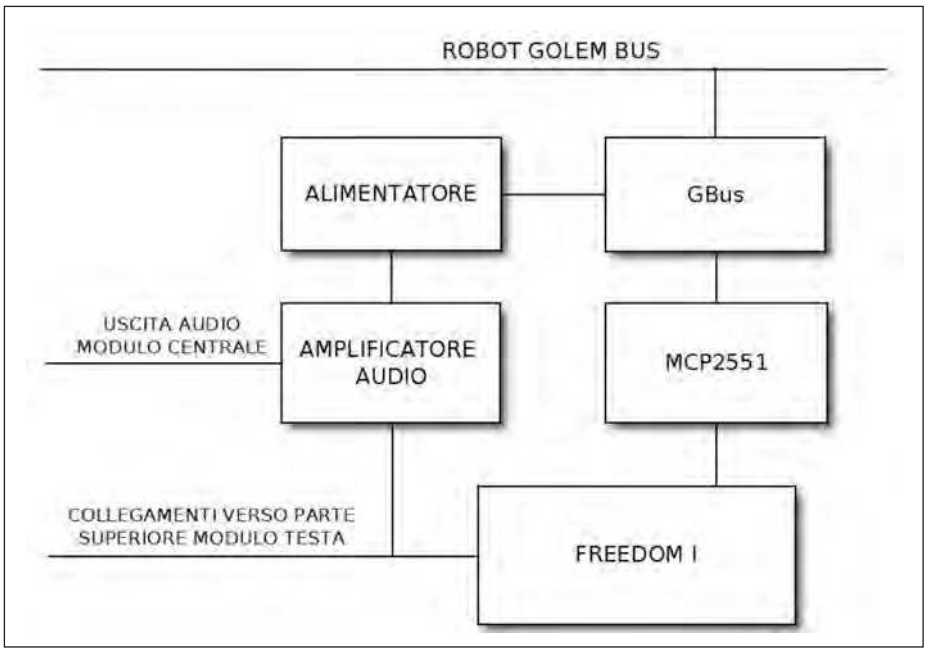


Figura 4: schema logico a blocchi della parte inferiore del modulo testa .

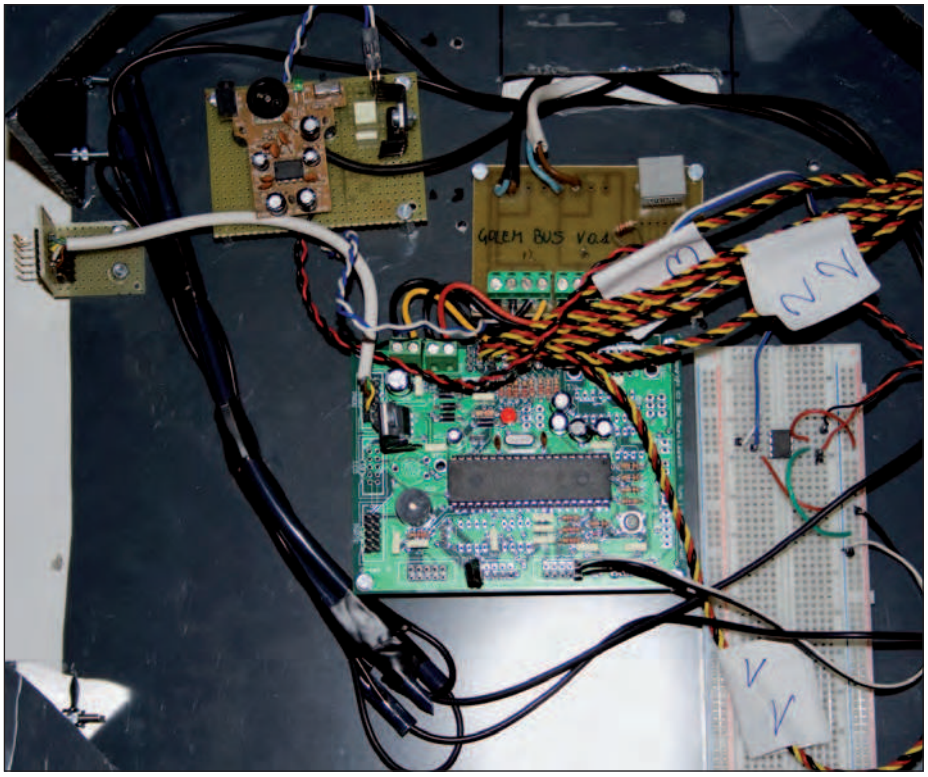


Figura 5: vista interna del piano superiore con interfaccia CAN montata su breadboard, scheda Freedom e blocco audio.

za o sorpresa. Allora perché non dotare un robot di un volto, anche minimale, che riproduca almeno le principali espressioni facciali riconducibili alle più comuni emozioni? Questo renderebbe, sicuramente. l'interazione uomo-robot più vera, immediata e, soprattutto, duratura.

LA TESTA DEL GOLEM

Il robot Golem è stato dotato di una testa articolata che conta ben 7 DoF (Degree of Freedom o gradi di libertà) che serviranno a riprodurre alcune di queste espressioni. Le articolazioni facciali sono mosse da servomotori analogici di diversa dimensione e potenza, dato che in un robot mobile anche il dosaggio delle giuste potenze deve essere gestito per limitare al minimo gli sprechi di consumo delle batterie. Questi sono collegati e gestiti dalla scheda Freedom I posta nella parte inferiore del piano testa. I servomeccanismi sono stati distribuiti in questo modo:

-1 servomotore Hitec HS 755HB è stato posto alla base dalla testa e serve per effettuare i movimenti sull'asse X. La coppia disponibile è di oltre 13 Kg/cm, ne risulta essere, quindi, ben sovradimensionata per poter supportare futuri upgrade della testa e ha la possibilità di effettuare un movimento massimo di circa 160 gradi;

-1 servomotore Hitec HS 422 è stato inserito sul piano delle webcam e permette un movimento di circa 100 gradi sull'asse Y;

-2 piccoli servomotori Hitec HS 55 garantiscono il movimento delle webcam sull'asse X in modo indipendente e serviranno a gestire la triangolazione della visione stereoscopica con la visione artificiale via hardware;

-1 piccolo servomotore Hitec HS 55 comanda le due orecchie e ne permette la movimentazione di circa 90 gradi sull'asse X;

-2 piccoli servomotori Hitec HS 55 muovono il labbro superiore ed il labbro inferiore della bocca, dotando il Golem di espressioni labiali che aiuteranno a simulare gioia, tristezza e indifferenza;

Ho dotato il Golem di un sistema di movimentazione minimale per replicare almeno le più semplici espressioni umane. A breve sono state previste delle piccole modifiche che permetteranno l'aggiunta di:

-2 servomotori che serviranno a simulare le sopracciglia che riusciranno a rendere le espressioni del Golem ancora più reali;

-2 servomotori posti sugli occhi che potranno regolare in modo indipendente la messa a fuoco delle webcam;

-1 ulteriore grado di libertà verrà posto sul collo che ne permetterà il movimento sull'asse Y.

IL PIANO TESTA INFERIORE

Il piano testa è, principalmente, suddiviso in due sezioni: la parte inferiore contiene la maggior parte dell'hardware elettronico nonché i bus di comunicazione

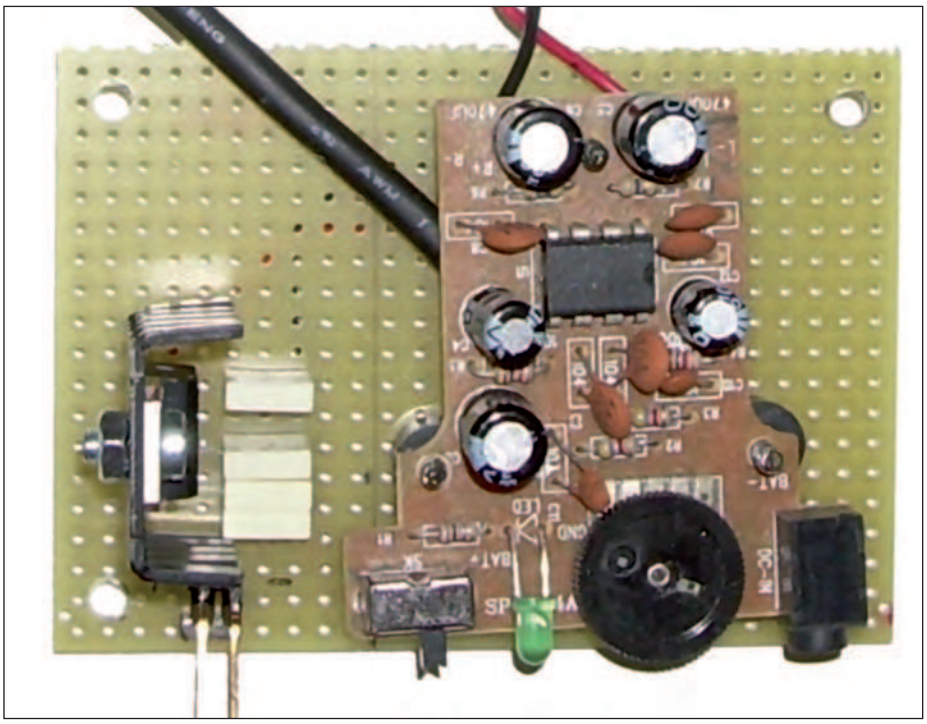


Figura 6: particolare dell'amplificatore audio e dello stadio di alimentazione.

con il resto del corpo, mentre sulla parte superiore è stata sviluppata l'intera struttura della testa. Si può suddividere la parte inferiore del piano testa in quattro blocchi principali:

- bus di alimentazione/bus dati GBus
- interfaccia/transricever CAN 2.0
- scheda Freedom I con PIC 18F4580
- amplificatore audio

IL GBUS

Il GBus è il ponte tra il modulo testa e gli altri moduli del Golem. Funziona come una sorta di "colonna vertebrale" per il robot, ed è composto da un bus dati e due distinte linee di alimentazione da 12 Volt e 24 Volt.

INTERFACCIA CAN E SCHEDA FREEDOM I

Al bus dati viene collegata l'interfaccia CAN realizzata grazie ad un transricever MCP2551 della Microchip, che a sua volta viene connessa ad una scheda Freedom I che si occuperà della gestione dei servomotori e dei sensori della testa, nonché della comunicazione con il resto dei livelli del robot.
La scheda Freedom I ideata, progettata e realizzata da Mauro Laurenti, è un valido strumento per la robotica amatoriale e non solo, alla data attuale della stesura di questo articolo, è arrivata alla sua seconda versione, la Freedom II.
Non ha nulla da invidiare per funzionalità e potenza alle blasonate Arduino, tanto che sta fiorendo un'attiva comunità di sviluppo. La scheda possiede originariamente 8 connettori per il collegamento dei servomotori, per ora sufficienti a collegare quelli installati sulla la testa del Golem, mentre la programmazione viene agevolata grazie al connettore ICSP (*In-Circuit Serial Programming*). Offre, inoltre, la possibilità di inserire diverso hardware opzionale, tra i quali una memoria EEPROM I2C, un Real Time Clock/Calender, interfacce RS232 e RS485, display LCD e molte altre.
Il regolatore di tensione dei servomotori, un LM7805, è stato sostituito con un più performante LM1085, in quanto quello originale era evidentemente sottodimensionato per quantità e dimensione dei servomotori che sono stati utilizzati.
Ho constatato con alcune prove che, dopo svariati minuti di utilizzo, il calore che il regolatore emanava era eccessivo e che in previsione di prossimi upgrade, come l'aggiunta di altri servomotori, nemmeno un dissipatore poteva risolvere il problema.

AMPLIFICATORE AUDIO

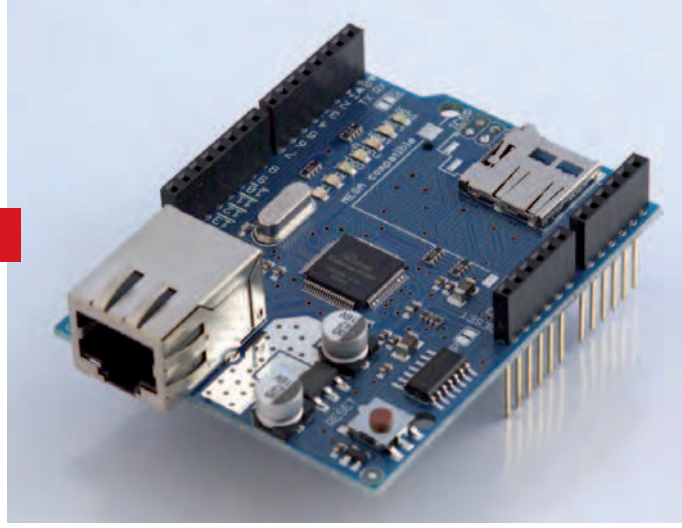
Il segnale audio proveniente dal jack delle cuffie della motherboard posta sul piano centrale, è evidentemente insufficiente per poter comandare anche una piccola cassa acustica. Riutilizzando il circuito di amplificazione riesumato da una coppia di vecchie casse per IPod, è stato possibile amplificare il segnale in modo ottimale e, soprattutto, ad un costo accessibile e consumi contenuti. Basti pensare che una coppia di casse di questo tipo, anche di bassa fattura, viene venduta solitamente ad un costo inferiore alla decina di euro.
Costruire un circuito ex novo sarebbe ben più dispendioso in termini economici e di tempo. Dato che l'alimentazione era fornita da quattro batterie mini stilo AAA, è stato costruito un piccolo circuito di alimentazione sfruttando un integrato LM7806, collegato direttamente al bus di alimentazione a 12 Volt. Tutti i cavi audio di connessione sono stati scelti opportunamente schermati per evitare interferenze.

CONCLUSIONE

Con questo articolo ho descritto come è stato costruito un nuovo piano del robot Golem, il piano della testa. Ho dato una breve descrizione dei robot sociali e di quanto questi possano aiutare i robots a rapportarsi con gli esseri umani e viceversa. Nel prossimo articolo entrerò nei particolari della costruzione della testa con schemi, grafici e blocchi di codice sorgente che serviranno a far muovere la struttura.
Verranno affrontate le problematiche di come far muovere simultaneamente più servomotori assieme e come creare, tramite codice, questa sincronizzazione per rendere i movimenti più fluidi e reali.
Ricordatevi che il robot Golem è un progetto open source e per definizione è aperto a tutti. Se avete commenti sia positivi che negativi oppure desiderate contribuire, inviate una mail a: info@robot-golem.org. Se invece volete restare aggiornati sullo sviluppo del progetto collegatevi al sito: http://www.robot-golem.org, dove troverete tutte le informazione che cercate. ❑

CODICE MIP 2804813

Lo shop dei prodotti Inware Edizioni...



Connessione LAN per Arduino

PRIMO PIANO

La nuova Ethernet Arduino shield permette a una scheda Arduino di connettersi a una LAN utilizzando la libreria Ethernet. Sulla scheda sono disponibili: Connettore SD card micro con traslatori di voltaggio attivi; Power Over Ethernet; Controller reset on-board. Ora compatibile anche con la board Arduino MEGA

CODICE: A000056 PREZZO: € 37.20

NOVITA'

Programmatore in-circuit per PIC

ICP2-Portable fa parte della famiglia di programmatori in-circuit ICP ad alte prestazioni per i microcontrollori Microchip. E' specificatamente progettato per incontrare i vostri bisogni di programmazione. Questo dispositivo compatto e alimentato a batteria, supporta fino a sei differenti ambienti di programmazione, rendendolo ideale come soluzione economica per field upgrade.

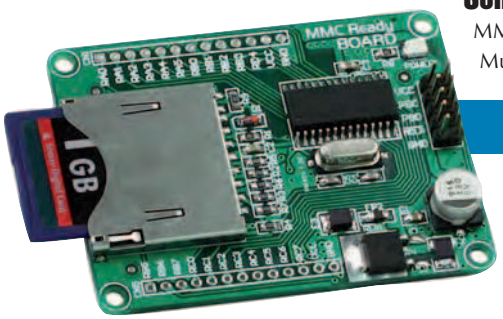
CODICE: ICP2-PORTABLE PREZZO: € 202.80

Real-Time Clock

NOVITA'

La board RTC2 fornisce il clock real-time seriale (RTC) DS1307. E' un clock/calendario a basso consumo, full binary-coded decimal (BCD) più 56 bytes di SRAM NV. L'operazione di tracciatura del tempo continua anche quando l'alimentazione termina grazie all'alimentazione di backup. La board RTC2 è, di fatto, un'estensione delle board di sviluppo esistenti in applicazioni in cui il dato di Real Time è richiesto. Può essere facilmente connessa plug-in a un connettore fornito sul lato destro della scheda, ma può anche essere usata come parte di qualche altro dispositivo, se necessario. La board è fornita di schema appropriato ed esempi software.

CODICE: EP-RTC2 PROTO PREZZO: € 23.40

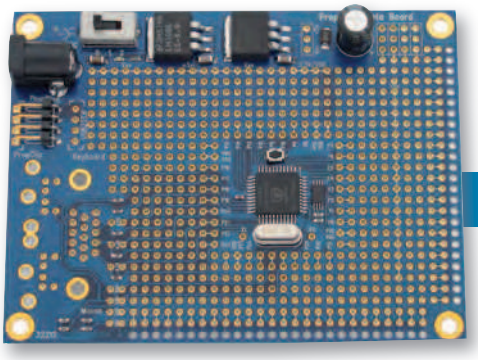


Scheda per MMC

NOVITA'

MMC Ready Board è uno strumento di sviluppo ricco di caratteristiche per memory card MultiMediaCard (MMC) e Secure Digital (SD). Questa scheda offre tutto ciò di cui avete bisogno per creare i vostri dispositivi di archviazione dati basati su microcontrollori PIC. Fornisce un potente dispositivo PIC18F252 capace di gestire applicazioni embedded di immagazzinamento dati. Il microcontrollore è programmato tramite un connettore 2x5 che abilita la connessione con il programmatore PICFlash. La board, inoltre, include un regolatore di voltaggio in modo che non dovete connettere circuiti di alimentazione addizionali. La scheda può essere connessa all'elettronica esterna o ad altri dispositivi via pin header da 2.54mm.

CODICE: MCC READY BOARD PREZZO: € 29.88

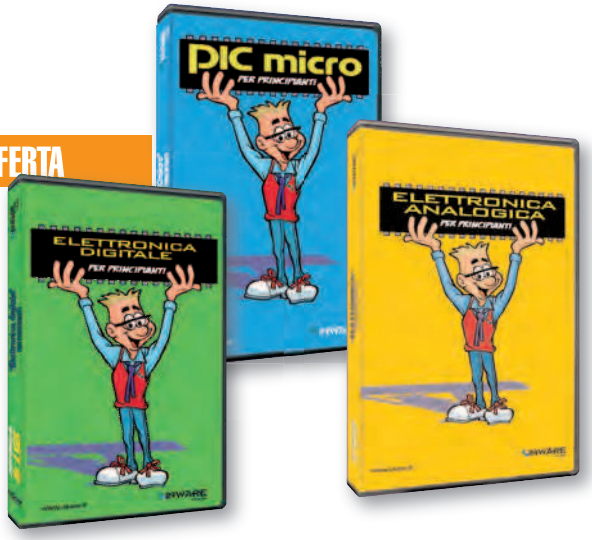


Scheda di prototipazione per Propeller

NOVITA'

La Propeller Proto Board di Parallax è una soluzione a basso costo ma di alta qualità per progetti definitivi utilizzando il chip Propeller. Affinché il costo finale per l'utente non fosse troppo elevato, l'interfaccia di programmazione USB non è inclusa sulla Propeller Proto Board; vi suggeriamo di acquistare un Prop Plug per programmare le vostre Propeller Proto Board.

CODICE: 32212 PREZZO: € 22.80

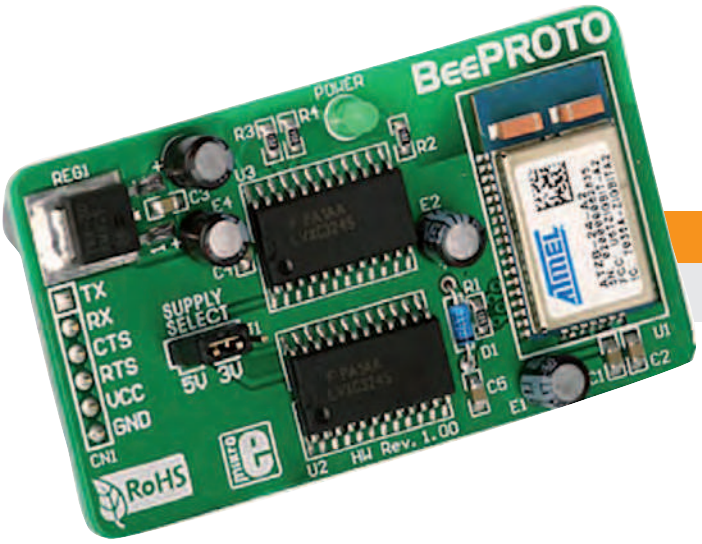


I DVD di Mr A.Keer

OFFERTA

Tre DVD della serie Mr A.Keer a un prezzo speciale: PICmicro, per imparare a programmare i PIC in assembler; Elettronica Analogica e Elettronica Digitale per imparare le fondamenta dell'elettronica in modo pratico.

CODICE: BUNDLE T PREZZO: ~~€ 19.80~~ € 12.00



Sistema di sviluppo universale

OFFERTA

Il sistema di sviluppo UNI-DS3 è una scheda full-optional di sviluppo universale per PIC, dsPIC, PSOC, AVR, 8051 e microcontrollori ARM. La norma UNI-DS3 include un programmatore USB 2.0 e un gran numero di periferiche. Molti esempi di software (Basic, Pascal, C) garanzia del corretto uso del sistema.

CODICE: UNI-DS3 PREZZO: ~~€ 134.40~~ € 118.80

Annate Fare Elettronica 2003/2010

BEST SELLER

Tutti i numeri Fare Elettronica dal 2003 al 2010 a un prezzo molto conveniente! In totale oltre 90 riviste in PDF ad alta risoluzione, potrai stampare gli articoli di tuo interesse senza perdere la qualità della rivista. Il prodotto è disponibile come file zip da scaricare!

CODICE: FE-DVD PREZZO: € 19.99

Lo shop dei prodotti Inware Edizioni... ma non solo!

Usa IEMOBILE!

Sottoscrivi un abbonamento CLUB al prezzo del PREMIUM! L'abbonamento CLUB prevede 6 numeri di Firmware Edizione Digitale, compreso 1 anno di iscrizione al Club di Firmware e 1 anno di Fare Elettronica

Usa IEmobile! Abbonamento CLUB Firmware digitale al prezzo del premium!"

MultiMedia Board

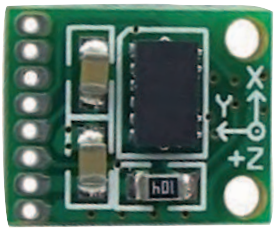
mikroMMB for PIC18FJ Board è uno strumento full-featured per lo sviluppo di applicazioni multimediali facenti utilizzo del nuovo dispositivo Microchip® PIC™24J. La board fornisce un dispositivo PIC 18F87J50 connesso a un circuito oscillatore a 8MHz. E' presente un display a colori TFT (320x240) con Touch Screen connesso a un microcontrollore che vi permette di creare

interfacce utente grafiche. Inoltre, questa board supporta la riproduzione e registrazione audio tramite Codec Stereo on-board, i cui input/output audio sono connessi ai connettori cuffie e microfono.

CODICE: MIKROMMB-PIC18FJ

PREZZO: € 99.60

Accelerometro triassiale



Scheda accelerometro triassiale (in base alla ADXL345) che dispone di una interfaccia SPI ed in grado di misurare l'accelerazione di gravità statica in tilt-sensing applicazioni, così come l'accelerazione derivante dalla dinamica del movimento, scosse o vibrazioni.

CODICE: EP-ACCEL SPI

PREZZO: € 27.60

Programmazione PIC in assebler

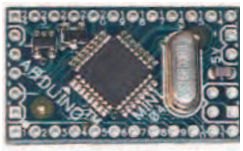
Il testo tratta in maniera esaustiva il microcontrollore PIC16F84A e le sue applicazioni circuitali. Viene analizzata l'architettura interna con riferimento alle porte di I/O ed i relativi stadi di ingresso ed uscita, il timer TMR0 e la sua utilizzazione mediante il prescaler. Vengono illustrate le tecniche di gestione mediante interruzioni, il power-down mode e la gestione dei vari meccanismi di reset nonché l'uso del watchdog timer e la scrittura/lettura dati della EEPROM interna.

CODICE: FE-18

PREZZO: € 29.00

Arduino Mini Light

Arduino Mini Light è la versione Micro miniaturizzata della scheda Arduino (senza parte USB) sprovvista di connettore downside. Le dimensioni estremamente ridotte (30x18mm) permettono un diminuzione dello spazio di ingombro non indifferente. Fa uso di ATMega168 con 16K di spazio programma ed è utilizzabile con convertitore USB/Seriale per la programmazione e l'aggiunta della porta USB.



CODICE: A000004

PREZZO: € 22.80

Annate Firmware 2006/2010

Tutti i numeri di Firmware in un comodo file zip da scaricare! In pdf ad alta risoluzione tutti i numeri della rivista dal 2006 al 2010.

CODICE: FW-DVD

PREZZO: €19.99

www.ieshop.it

Software Abacom

BUNDLE

Un bundle di 3 software utilissimi in elettronica: sPlan per il disegno degli schemi elettrici, Sprint Layout per il disegno dei circuiti stampati e Front Dersigner per progettare i pannelli frontali dei vostri dispositivi!

CODICE: BUNDLE ABACOM PREZZO: € 138.60

Ordinare direttamente tramite internet conviene! Potrai infatti aggiudicarti dei buoni sconto (coupon) con le modalità:

COUPON ABBONAMENTO ONLINE FE E FW

Sottoscrivendo un nuovo abbonamento o rinnovando il proprio online, direttamente tramite IE SHOP, si ha diritto ad un coupon del 15%! **Qualora ci si abbona (sempre online) a Fare Elettronica e Firmware insieme il coupon è del 20%!**

COUPON QUIZ "ELETTROQUIZ"

Rispondendo ai Quiz presente ogni mese su Fare Elettronica si avrà diritto ad un coupon del 10%. Tutte le risposte pervenute saranno accuratamente valutate dagli autori dei quesiti e, in caso di risposta esatta (oltre al Coupon) potrai vincere fantastici premi!

COUPON "ACQUISTI PREMIATI"

I tuoi acquisti su www.ieshop.it vengono premiati con un coupon del 10% se il tuo ordine supera i 100 EUR (IVA e spese di trasporto escluse). Ma se il tuo ordine supera i 200 EUR, lo sconto sale al 20%!

IMPORTANTE!

- Il coupon può essere speso **esclusivamente** ordinando sul sito www.ieshop.it
- Il coupon non potrà essere utilizzato in caso di nuova sottoscrizione o rinnovo dell'abbonamento, è invece utilizzabile per tutti gli altri prodotti presenti su www.ieshop.it
- Ogni coupon ha una scadenza, non dimenticarlo!
- Lo slogan "più acquisti più risparmi" pecca senz'altro di originalità, ma in questo caso è molto azzeccato: i coupon sono infatti utilizzabili solo una volta, usalo bene!
- I coupon non sono cumulabili, e vanno utilizzati singolarmente, secondo il criterio cronologico di assegnazione.

CONTI CORRENTI POSTALI - Ricevuta di Accredito BancoPosta

sul C/C n. 70107552 di Euro

TD 451 importo in lettere

INTESTATO A: INWARE EDIZIONI SRL

CAUSALE

ESEGUITO DA:

VIA - PIAZZA

CAP LOCALITÀ

BOLLO DELL'UFF. POSTALE
codice bancoposta

IMPORTANTE: NON SCRIVERE NELLA ZONA SOTTOSTANTE
importo in euro numero conto td

AUT. DB/SISB/E 20017 DEL 11.04.2006

70107552 < 451>

CONTI CORRENTI POSTALI - Ricevuta di Versamento BancoPosta

sul C/C n. 70107552 di Euro

importo in lettere

INTESTATO A: INWARE EDIZIONI SRL

ESEGUITO DA:

VIA - PIAZZA

CAP

LOCALITÀ

BOLLO DELL'UFF. POSTALE

AVVERTENZE
Il Bollettino deve essere compilato in ogni sua parte (con inchiostro nero o blu) e non deve recare abrasioni, correzioni o cancellature.
La causale è obbligatoria per i versamenti a favore delle Pubbliche Amministrazioni.
La mancanza o l'inesattezza anche di una sola delle indicazioni richieste in relazione alla natura del versamento ne rende nullo l'effetto.

CAUSALE

IMPORTANTE: NON SCRIVERE NELLA ZONA SOPRASTANTE!

AVVERTENZE

Il Bollettino deve essere compilato in ogni sua parte (con inchiostro nero o blu) e non deve recare abrasioni, correzioni o cancellature.

La causale è obbligatoria per i versamenti a favore delle Pubbliche Amministrazioni.

Le informazioni richieste vanno riportate in modo identico in ciascuna delle parti di cui si compone il bollettino.

Indagine sui lettori

Aiutaci a conoscerti meglio!
Con il tuo aiuto riusciremo ad offrirti una rivista sempre più in linea con le tue aspettative!

Nome .....

Cognome .....

Via ..... n° .....

Cap ..... Città ..... Prov .....

Email .....

IL TUO SETTORE DI COMPETENZA:

- ❑ **B05** Direzione Tecnica
- ❑ **B06** Progettazione
- ❑ **B07** Studente
- ❑ **B08** Direzione Acquisti
- ❑ **B09** Insegnante
- ❑ **B10** Altro . . . . . .

PRODOTTO PRINCIPALE O SERVIZIO OFFERTO DALL'AZIENDA DOVE LAVORI:

- ❑ **C11** Apparecchiature elettriche, elettroniche, ICT
- ❑ **C12** Elettrodomestici
- ❑ **C13** Consulenza
- ❑ **C14** Apparecchiature scientifiche, misura e controllo
- ❑ **C15** Automotive
- ❑ **C16** Vending
- ❑ **C17** Altro . . . . . .

NUMERO DI DIPENDENTI DELLA TUA AZIENDA:

- ❑ **D18** fino a 10
- ❑ **D19** da 10 a 50
- ❑ **D20** da 50 a 100
- ❑ **D21** da 100 a 500
- ❑ **D22** oltre 500

FE 311

Solo se sei abbonato, indica il tuo codice abbonato: . . . . . .
e barra la casella di interesse:

TIPO DI ABBONAMENTO:

- ❑ **A01** Personale uso professionale
- ❑ **A02** Aziendale
- ❑ **A03** Scuola o Università
- ❑ **A04** Personale uso hobbistico

Compila il cedolino e invialo in busta chiusa o via fax allo 02 66508225 e riceverai GRATIS a tua scelta UN CD-ROM DEL VALORE DI 10 EURO

STARTER KIT
per lo sviluppo di applicazioni con i microcontrollori Freescale 9RS08

MASTERIZZARE DVD E FORMATO DIVX
un corso che spiega con esempi pratici come masterizzare DVD e in formato DivX.

Grazie per la preziosa collaborazione!

PRODOTTI

Se vuoi ordinare "offline" ovvero senza usare internet, usa il seguente modulo d'ordine **PRODOTTI**

COD. PRODOTTO	DESCRIZIONE	PREZZO UNITARIO	Q.tà	Totale
			SUB TOTALE	
			SPESE DI SPEDIZIONE	
			TOTALE	

Nota. Se le righe non sono sufficienti, utilizzare più copie del modulo.
Per maggiori dettagli sulle spese di spedizione e i metodi di pagamento vedi retro cartolina.

METODI DI PAGAMENTO

☐ **BONIFICO BANCARIO** ☐ **BOLLETTINO POSTALE** ☐ **CONTRASSEGNO**

FE 3311

☐ MasterCard ☐ VISA ☐ American Express ☐ postepay

TITOLARE. . . . . .
NUMERO . . . . . .
DATA DI SCADENZA. . . . . CODICE DI SICUREZZA . . . . . .

INVIARE IL MODULO D'ORDINE A: Inware Edizioni srl, Via Giotto,7 - 20032 Cormano (MI) - oppure via FAX allo 02 66508225
(Inviando questo modulo si accettano i termini e le condizioni riportate a tergo)

Nome . . . . . Cognome . . . . . .
Indirizzo . . . . . n° . . . . . .
Cap . . . . . Città . . . . . Prov . . . . . .
Tel . . . . . Fax . . . . . Email . . . . . .
Ragione Sociale . . . . . .
Codice fiscale . . . . . Partita IVA . . . . . .

DATA . . . . . FIRMA . . . . . ☐ Fattura

ABBONAMENTO

Sì, mi abbono a Fare Elettronica

FE 311

☐ Abbonamento TRIAL a 3 numeri di FARE ELETTRONICA a soli € 16,50 anzichè € 18,00
☐ Abbonamento PREMIUM a 11 numeri di FARE ELETTRONICA a soli € 55,00 anzichè € 66,00
☐ Abbonamento PRO a 11 numeri di FARE ELETTRONICA include il Cd dell'annata 2010 a soli € 59,50 anzichè € 96,00

METODI DI PAGAMENTO (per maggiori dettagli vedi retro cartolina)

☐ **BONIFICO BANCARIO** ☐ **BOLLETTINO POSTALE** ☐ **ALLEGO ASSEGNO** (Intestato a Inware Edizioni)

☐ MasterCard ☐ VISA ☐ postepay

PayPal fare il pagamento su paypal@inwaredizioni.it

TITOLARE. . . . . .
NUMERO . . . . . .
DATA DI SCADENZA. . . . . CODICE DI SICUREZZA . . . . . .

INVIARE IL MODULO D'ORDINE A: Inware Edizioni srl, Via Giotto,7 - 20032 Cormano (MI) - oppure via FAX allo 02 66508225
(Inviando questo modulo si accettano i termini e le condizioni riportate a tergo)

Nome . . . . . Cognome . . . . . .
Indirizzo . . . . . n° . . . . . .
Cap . . . . . Città . . . . . Prov . . . . . .
Tel . . . . . Fax . . . . . Email . . . . . .
Ragione Sociale . . . . . .
Codice fiscale . . . . . Partita IVA . . . . . .

DATA . . . . . FIRMA . . . . . ☐ Fattura

ISTRUZIONI PER L'ORDINE E SPESE DI SPEDIZIONE

Il modulo d'ordine dovrà essere compilato in tutte le sue parti ed inviato via posta o via fax ai recapiti indicati sul modulo d'ordine stesso. Gli ordini potranno essere fatti anche direttamente online dal sito www.ieshop.it. In questo caso non sarà necessario inviare il modulo d'ordine. Le spese di spedizione ammontano a euro 8,50 a cui vanno aggiunti euro 3,50 se si sceglie di pagare in contrassegno.

METODI DI PAGAMENTO

Si accettano pagamenti ino in contrassegno, carta di credit, bollettino postale o bonifico all'ordine. Per il contrassegno verrà applicata una spesa aggiuntiva di euro 3,50 per le spese di contrassegno. Forme diverse di pagamento devono essere previamente concordate.

Bonifico bancario

Appoggiato su Poste Italiane IBAN: IT 68 I 07601 01600 000070107552 intestato a Inware Edizioni srl.

Bollettino postale

Versamento sul conto corrente postale n. 70107552 intestato a Inware Edizioni srl. Inviare la ricevuta (o copia) del versamento.

Contrassegno

La merce verrà pagata direttamente al corriere alla consegna della merce. Il pagamento in contrassegno comporta l'addebito di euro 3,50per spese di contrassegno.

Carta di Credito

Il pagamento con carta di credito può essere effettuato specificando i dati della carta via posta, email, web, fax o telefono. Per gli ordini effettuati sul sito il pagamento mediante carta di credito verrà effettuato attraverso una connessione sicura SSL per garantire la massima sicurezza.

TERMINI E CONDIZIONI

Tutti i prodotti sono coperti da garanzia. La garanzia copre tutti i difetti di fabbricazione entro un anno dal ricevimento della merce. Tutti i prodotti non funzionanti per uso improprio o incuria non saranno ritenuti in garanzia e saranno addebitati gli eventuali costi di riparazione. Tutti i prodotti verranno riparati e/o sostituiti direttamente dal produttore. Non sono coperti da garanzia i componenti elettronici (microprocessori, memorie, ecc.) La garanzia dei prodotti si intende F.co ns. sede, le eventuali spese di trasporto sono a carico del cliente salvo accordi diversi. Per dar corso alla riparazione/sostituzione in garanzia è necessario seguire l'apposita procedura di RMA.

PRIVACY

Ai sensi del Decr. Lgs. 196/2003 la informiamo che i dati trasmessi verranno impiegati coi principali scopi di indagini di mercato e nelle modalità previste dallo stesso, prevalentemente con mezzi informatici. Il conferimento, di norma facoltativo, è obbligatorio per permettere il rapporto commerciale. È in ogni caso fatto diritto dell'interessato esercitare i propri diritti, nei modi previsti dal "Titolo II art. 7" della legge sopra citata, scrivendo a Inware Edizioni srl, Via Cadorna 27 – 20032 Cormano o tramite email all'indirizzo info@inwaredizioni.it

---

ABBONARSI ALLE RIVISTE INWARE EDIZIONI CONVIENE!

I vantaggi per gli abbonati sono, oltre al prezzo bloccato per un anno, la ricezione del numero direttamente a casa con la garanzia di ricevere tutti i numeri. Inoltre un vistoso risparmio che, nel caso dell'abbonamento PLUS, ammonta a ben 36,50 euro. L'abbonamento ha una durata di 12 mesi e comporta l'invio di 11 numeri di Fare Elettronica. Eventuali variazioni di indirizzo andranno comunicate tempestivamente alla Redazione che provvederà a registrare il cambiamento senza alcuna spesa aggiuntiva. L'abbonamento decorrerà dal primo numero raggiungibile alla data di avvenuto pagamento. Non sono previsti rimborsi in caso di disdetta dell'abbonamento.

METODI DI PAGAMENTO

Bonifico bancario

Appoggiato su Poste Italiane IBAN: IT 68 I 07601 01600 000070107552 intestato a Inware Edizioni srl.

Bollettino postale

Versamento sul conto corrente postale n. 70107552 intestato a Inware Edizioni srl. Inviare la ricevuta (o copia) del versamento indicando nella causale: "Abbonamento Fare Elettronica"

Carta di Credito

Il pagamento con carta di credito può essere effettuato specificando i dati della carta via posta, email, web, fax o telefono. Per gli ordini effettuati sul sito il pagamento mediante carta di credito verrà effettuato attraverso una connessione sicura SSL per garantire la massima sicurezza.

Assegno bancario

E' possibile spedire un assegno bancario insieme a questo coupon.

Firmware

l'unica rivista italiana nativa digitale per i professionisti dell'elettronica e dedicata, principalmente, ai micontrontrollori, dispositivi FPGA, componentistica analogica e approfondimenti sulle tecnologie

- non più solo testo ma anche video!
- possibilità di grande interazione per il lettore
- links a tutte le varie risorse aggiuntive
- possibilità di cercare un testo nella rivista corrente e nell'archivio (!)
- possibilità di stampare tutta la rivista o anche solo alcune parti
- possibilità di leggere la rivista offline scaricandola sul PC
- possibilità di leggere la rivista con gli e-reader (compreso iPhone e iPad)
- moltissime riviste in archivio GRATIS per i nuovi abbonati
- abbonamento a partire da € 19.50

Richiedi la tua copia omaggio qui:
http://mailing.fwonline.eu

CODICE MIP 2806691

PARMA
24-26 MAGGIO 2011

Tecnologia per
l'Automazione Industriale
Sistemi e Componenti
Fiera e Congresso

SPS / IPC / DRIVES / ITALIA

PRODOTTI E SOLUZIONI

- *Sistemi di Controllo*
- *Azionamenti e componenti*
- *Comunicazione industriale*
- *PC industriali*
- *Software industriali*
- *Tecniche di interfaccia*
- *Sistemi meccanici/periferiche*
- *Tecnica sensoristica*
- *Dispositivi di interfaccia uomo-macchina (HMI)*

INCONTRI, CONVEGNI E WORKSHOP TEMATICI

- *Misurazione e miglioramento dell'efficienza produttiva*
- *Safety and security nell'automazione*
- *Identificazione industriale - RFID - Tracciabilità*
- *Motion Control*
- *Industrial communication*

messe frankfurt

WWW.SPS-ITALIA.NET

REGISTRATI ONLINE PER VELOCIZZARE L'ACCESSO GRATUITO IN FIERA

CODICE MIP 2806086